

ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEAREPreventivo per l'anno **2001**

Codice	Esperimento	Gruppo
	EDEN	3

Struttura
L.N.L.

Ricercatore
responsabile locale: FIORETTO Enrico

Rappresentante Nazionale: G. PRETE -
A. BRONDI

Struttura di appartenenza: LNL
NAPOLI

Posizione nell'I.N.F.N.: PRIMO RIC.
INC. DI RICERCA

INFORMAZIONI GENERALI

Linea di ricerca	REAZIONI NUCLEARI INDOTTE DA IONI PESANTI
Laboratorio ove si raccolgono i dati	L.N.L. Texas A&M University, Cyclotron Institute, Texas (U.S.A.)
Sigla dello esperimento assegnata dal Laboratorio	EDEN
Acceleratore usato	Tandem XTU+Linac ALPI - Ciclotrone Superconduttore K500.
Fascio (sigla e caratteristiche)	Ioni pesanti ad energie > 20 AMeV. ⁴ He e ioni pesanti ad energie > 20 AMeV. RIB presso Texas A&M University.
Processo fisico studiato	Decadimento di nuclei caldi. Emissione di pre-fissione. Dinamica delle collisioni. Densita' dei livelli nucleari in nuclei alla o vicini alla chiusura di shell. Astrofisica nucleare.
Apparato strumentale utilizzato	Sistema di rivelazione 8π LP (Rivelatore a 4π per particelle cariche)+Trigger per frammenti di fissione e residui di evaporazione + Rivelatori per neutroni. Punto misura per spettroscopia neutronica Neutron Ball + Odoscopio per particelle cariche. Fragmentation line.
Sezioni partecipanti all'esperimento	BA, FI, LNL, MI, NA, PD
Istituzioni esterne all'Ente partecipanti	Texas A&M University, Cyclotron Institute, College Station, Texas (U.S.A.). BARC, Bombay (INDIA).
Durata esperimento	1998 - 2003 (si chiede il prolungamento per i prossimi tre anni)

Codice	Esperimento	Gruppo
	EDEN	3

Struttura
L.N.L.

PREVENTIVO LOCALE DI SPESA PER L'ANNO
2001
In ML

VOCI DI SPESA	DESCRIZIONE DELLA SPESA	IMPORTI		A cura della Comm.ne Scientifica Nazionale				
		Parziali	Totale Compet.					
Viaggi e missioni	Interno 4 riunioni x 5 ricercatori x (.250 x 2gg + .600 viaggio) Mobilita' responsabile nazionale	22 5	27					
	Estero Texas: 1 turno x 5 ric. x (.500 x 7gg + 1.5 viaggio) Texas: Analisi dati; 1 trasf. x 2 ric. x (.500 x 7gg + 1.5 viag.) Contatti con gruppi esteri: BARC,Bombay-INDIA; IAE,Pechino-CINA)	25 10 5	40					
Materiale Consumo	Riparazioni elettronica Ricambi rivelatori al silicio (20 Rivelatori) 50+isotopi 5 Supporti magnetici e consumo esperimenti 8pLP e TAMU Manutenzioni vuoto e software 3xMWPC 8x8 cm2 per Fragmentation Line	15 55 20 10 30	130					
Trasp.e facch.	Trasporti Texas	10	10					
Spese Calcolo	Consorzio	Ore CPU	Spazio Disco		Cassette	Altro		
Affitti e manutenz. apparecchiati.								
Materiale Inventariabile	Elettronica MWPC per Fragmentation Line preamplificatori veloci, amplificatori, CFD, ADC, TDC	50	50					
Costruzione Apparati								
Totale			257					
Note:								

Codice	Esperimento	Gruppo
	EDEN	3

Struttura
L.N.L.

PREVISIONE DI SPESA: PIANO FINANZIARIO LOCALE
PER GLI ANNI DELLA DURATA DEL PROGETTO

In ML

ANNI FINANZIARI	Miss. interno	Miss. estero	Mater. di cons.	Trasp.e Facch.	Spese Calcolo	Affitti e manut. appar.	Mat. inventar.	Costruz. apparati	TOTALE Competenza
2001	27	40	130	10			50		257
2002	26	45	110	5			20		206
2003	16	45	105	10					176
TOTALI	69	130	345	25			70		639

Note:

Osservazioni del Direttore della Struttura in merito alla disponibilità di personale e di attrezzature:
 Il supporto richiesto e' compatibile con le risorse della struttura

Mod. EC. 3

(a cura del responsabile locale)

Codice	Esperimento	Gruppo
	EDEN	3

Struttura
L.N.L.

PREVENTIVO GLOBALE PER L'ANNO 2001

In ML

Struttura	A CARICO DELL' I.N.F.N.									A carico di altri Enti
	Miss. interno	Miss. estero	Mater. di cons.	Trasp. e Facch.	Spese Calc.	Affitti e Manut. Appar.	Mater. inventar.	Costruz. appar.	TOTALE Compet.	
BARI	32	8	41	3			20		104	
FIRENZE	24	10	17				20		71	
L.N.L.	26	40	130	10			50		256	
NAPOLI	69	40	60				16		185	
PADOVA	38	50	93				23		204	
TOTALI	189	148	341	13			129		820	

NB. La colonna **A carico di altri Enti** deve essere compilata **obbligatoriamente**

Note:

ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEAREPreventivo per l'anno **2001**

Codice	Esperimento	Gruppo
	EDEN	3

Struttura
L.N.L.

A) ATTIVITA' SVOLTA NELL'ANNO 2000

Da allegare

B) ATTIVITA' PREVISTA PER L'ANNO 2001

Da allegare

C) FINANZIAMENTI GLOBALI AVUTI NEGLI ANNI PRECEDENTI

In ML

Anno Finanziario	Missioni interno	Missioni estero	Materiale di consumo	Trasp. e Facch.	Spese Calcolo	Affitti e Manut. Apparec.	Materiale inventar.	Costruz. apparati	TOTALE
1998	137	77	230	5		111			560
1999	117	58	156			68			399
2000	138	94	178	5		97			512
TOTALE	392	229	564	10		276			1471

Mod. EC. 5

(a cura del rappresentante nazionale)

Codice	Esperimento	Gruppo
	EDEN	3

Struttura
L.N.L.

PREVISIONE DI SPESA

Piano finanziario globale di spesa

In ML

ANNI FINANZIARI	Miss. interno	Miss. estero	Materiale di cons.	Trasp.e Facch.	Spese Calcolo	Affitti e manut. appar.	Mat. inventar.	Costruz. apparati	TOTALE Competenza
2001	189	148	341	13			129		820
2002	199	168	204	13			89		673
2003	130	168	207	8					513
TOTALI	518	484	752	34			218		2006

Note:

Codice	Esperimento	Gruppo
	EDEN	3

Struttura
L.N.L.

COMPOSIZIONE DEL GRUPPO DI RICERCA (cont.)

LAUREANDI Cognome e Nome	Associazione		Titolo della Tesi
	SI	NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	

	Denominazione	mesi-uomo	SERVIZI TECNICI Annotazioni
1	Lavorazioni meccaniche	2	
2	Progetto Rivelatori a gas	1	
3	Realizzazione master	1	

INTERAZIONI CON LE INDUSTRIE (COMMESSE HIGH TECH)

DENOMINAZIONE	DESCRIZIONE PRODOTTO O COMMESSA

Codice	Esperimento	Gruppo
	EDEN	3

Struttura
L.N.L.

REFEREES DEL PROGETTO

Cognome e Nome	Argomento
Prof. R.BONETTI	Problematiche scientifiche e congruenza economica del progetto EDEN

MILESTONES PROPOSTE PER IL 2001

Data completamento	Descrizione
06/30/2001	Completamento analisi dati esperimenti realizzati nel 1999
06/30/2001	Completamento sistema software analisi dati
06/30/2001	Presenza dati per due esperimenti al Tandem-Linac dei LNL
12/30/2001	Costruzione dei rivelatori MWPC per linea di frammentazione TAMU
12/30/2001	Realizzazione di un rivelatore per frammenti di fissione per 8pLP
12/30/2001	Presenza dati per un terzo esperimento al Tandem-Linac dei LNL ed un esperimento al TAMU (Texas, USA)

COMPETITIVITA' INTERNAZIONALE

L'esperimento EDEN si avvale di una strumentazione di punta a livello internazionale per la realizzazione di esperimenti di fisica nucleare nel campo dei meccanismi di reazione (8pLP e RIPEN presso i LNL e Neutron-ball e NIMROD presso il TAMU, Texas). Si propone per il prossimo triennio la realizzazione di esperimenti con fasci sia stabili che radioattivi per indagare il comportamento ad alta energia di eccitazione di nuclei lontani dalla valle di stabilita'.

L'indagine su questi temi e' attualmente di grande interesse.

LEADERSHIPS NEL PROGETTO

Cognome e Nome	Funzioni svolte
PRETE Gianfranco	Responsabile Nazionale Linea di ricerca Fusione-Evaporazione
BRONDI Augusto	Responsabile Nazionale Linea di ricerca Fissione
FABRIS Daniela	Responsabile Locale Padova
FIORETTO Enrico	Responsabile Locale LNL
GELLI Nicla	Responsabile Locale Firenze
PANTALEO Ambrogio	Responsabile Locale Bari

Codice	Esperimento	Gruppo
	EDEN	3

Struttura
L.N.L.

Consuntivo anno 1999/2000

LAUREATI		
Cognome e Nome	Titolo della Tesi	Sbocco professionale
Laurea in		
Laurea in		
Laurea in		
Laurea in		
Laurea in		
DOTTORI di RICERCA		
Dott in		
Dott in		
Dott in		
Dott in		
PRESENTAZIONI A CONFERENZE SU INVITO E SEMINARI SIGNIFICATIVI		
Relatore	Titolo	Conferenza o luogo

Codice	Esperimento	Gruppo
	EDEN	3

Struttura
L.N.L.

Consuntivo anno 1999/2000

MILESTONES RAGGIUNTE	
Data completamento	Descrizione
02/28/2000	Attivazione di una collaborazione scientifica con UCL (Belgio)
03/30/2000	Realizzazione esperimenti con 8pLP:32S+58Ni, 19F+209Bi, 6Li+208Pb
03/30/2000	Collaborazione con TAMU per test-run apparato di misura NIMROD+neutron ball
04/30/2000	Messa a punto della prima versione di software per analisi dati basato su ROOT
06/30/2000	Primi risultati esperimenti 8pLP presentati a conferenze internazionali
<p>Commento al conseguimento delle milestones</p> <p>La collaborazione con UCL ha portato alla rappresentazione di un esperimento presso i LNL per lo studio della dinamica della fissione. Lo sviluppo del software di analisi si e' rivelato di grande efficienza e sara' implementato ulteriormente.</p>	

SVILUPPO DI STRUMENTAZIONE INNOVATIVA
<p>E' stato sviluppato un bus user-defined su standard (bus FAIR) per il trasferimenti dati ed e' stato realizzato un sistema di acquisizione dati con capacita' di auto-configurazione ed elevato rate di acquisizione.</p>

Ricadute su altri gruppi, sul sistema industriale e su altre discipline
<p>Altri due gruppi di ricerca hanno utilizzato il sistema di acquisizione dati sviluppato per 8pLP. I moduli di front-end (ADC e TDC a 32 canali su singola scheda VME) sono stati sviluppati in collaborazione con la ditta italiana SILENA International e sono attualmente disponibili commercialmente.</p>

Codice	Esperimento	Gruppo
	EDEN	3

Struttura
L.N.L.

Elenco delle pubblicazioni anno 1999/2000

- 1998 ALPHA PARTICLE EMISSION FROM THE ^{198}Pb COMPOUND NUCLEUS. COMPARISON BETWEEN THE FUSION-EVAPORATION AND THE PRE-SCISSION CHANNELS
E.Vardaci, G.LaRana, A.Brondi, R.Moro, D.Fabris, G.Nebbia, G.Viesti, M.Cinausero, E.Fioretto, G.Prete, F.Lucarelli, E.M.Fiore, L.Fiore, V.Paticchio, P.F.Bortignon
Eur. Phys. J. A2 (1998) 55
- 1998 THE 8pLP PROJECT AT LNL: A4p LIGHT CHARGED PARTICLE DETECTION SYSTEM
E.Fioretto, M.Cinausero, G.Prete, M.Caldogno, D.Fabris, M.Lunardon, G.Nebbia, G.Viesti, A.Boiano, A.Brondi, G.La Rana, R.Moro, A.Ordine, E.Vardaci, P.Biasi, N.Gelli, F.Lucarelli
NUCL. INST. and METH. A 409 (1998) 432
- 1998 INFLUENCE OF THE ENTRANCE CHANNEL IN THE FUSION REACTION $318\text{ MeV }^{74}\text{Ge}+^{74}\text{Ge}$
L.H.Zhu, M.Cinausero, S.Lunardi, G.Viesti, D.Bazzacco, G.de Angelis, M.De Poli, D.Fabris, E.Fioretto, A.Gadea, F.Lucarelli, M.Lunardon, N.H.Medina, D.R.Napoli, C.M.Petrache, G.Prete, C.Rossi Alvarez
Nuclear Physics A 635 (1998) 325
- 1998 EXCITATION ENERGY DEPOSITION IN $^{209}\text{Bi}(\alpha, \alpha')$ REACTION AT 240MeV
D.Fabris, M.Lunardon, G.Nebbia, G.Viesti, M.Cinausero, E.Fioretto, D.R.Napoli, G.Prete, K.Hagel, J.B.Natowitz, R.Wada, P.Gonthier, Z.Majka, R.Alfarro, Y.Zhao, N.Mdeiwayeh, T.Ho
Physical Review C Vol 58,2 (1998)
- 1998 GIANT DIPOLE EMISSION IN N/Z ASYMMETRIC HEAVY-ION REACTIONS
M.Cinausero, N.Gelli, G.Viesti, F.Lucarelli, D.Bazzacco, P.F.Bortignon, A.Brondi, D.Fabris, E.Farnea, E.M.Fiore, L.Fiore, E.Fioretto, B.Fornal, G.La Rana, M.Lunardon, D.R.Napoli, G.Nebbia, V.Paticchio, G.Prete, C.Rossi Alvarez, C.A.Ur, E.Vardaci
Il Nuovo Cimento A111 (1998)613
- 1998 FAIR: a new fast trigger and read-out bus system
A.Ordine, A.Boiano, E.Vardaci, A.Zaghi, A.Brondi
IEEE Trans. on Nuclear Science 45 (1998) 873
- 1999-The 8pLP PROJECT AT LNL. A DETECTION SYSTEM FOR LIGHT CHARGED PARTICLES WITH DEEXITATION CHANNEL SELECTION
G. Prete, E. Fioretto, M. Cinausero, M. Giacchini, M. Lollo, D. Fabris, M. Lunardon, G. Nebbia, G. Viesti, M. Caldogno, A. Brondi, G. La Rana, E. Moro, E. Vardaci, A. Ordine, A. Boiano, P. Biasi, N. Gelli, F. Lucarelli, G.J. Yuan, B.K. Nayak
Nucl. Insto. and Meth. A422(1999) 263.
- 1999-EXCITATION ENERGY DEPOSITION IN $^{209}\text{Bi}(\alpha, \alpha')$ REACRION AT 240 MEV
D. Fabris, M. Lunardon, G. Nebbia, G. Viesti, M. Cinausero, E. Fioretto, D.R. Napoli, G. Prete, K. Hagel, J.B. Natowitz, R. Wada, P. Gonthier, Z. Majka, R. alfarro, Y. Zhao, N.Mdeiwayeh, T. Ho
Nucl. Phys. A 645 (1999) 775c
- 1999-FRAGMENT DEPENDENCE OF HIGH ENERGY GAMMA-RAY EMISSION IN THE SPONTANEOUS FISSION OF ^{252}Cf
D.C.Biswas, B.K. Nayak M. Cinausero, B. Fornal, G. Viesti, D. Bazzacco, M. De Poli, D. Fabris, E. Fioretto, M. Lunardon, D.R. Napoli, G. Nebbia, G. Prete, C.A.Ur, G. Vedovato
Eur. Phys J. A. 4 (1999) 3
- 1999-ALPHA PARTICLE EMISSION, INCOMPLETE FUSION AND POPULATION OF HIGH-SPIN STATES IN THE REACTION $120\text{MEV }^{19}\text{F}+^{181}\text{Ta}$
M. Lunardon, C. Merigliano, G. Viesti, D. Fabris, G. Nebbia, M. Cinausero, G. de Angelis, E. Farnea, E. Fioretto, G. Prete, A. Brondi, G. La Rana, E. Moro, A. Principe, E. Vardaci, N. Gelli, F. Lucarelli, P. Favaron, D.R.Napoli, G. Vedovato.
- 1999- Energy deposition and GDR emission in the reaction $^{209}\text{Bi}(\alpha, \alpha')$ at 240 MeV
G. Viesti, M. Lunardon, D. Fabris, G. Nebbia, M. Cinausero, E. Fioretto, D.R.Napoli, G. Prete, K. Hagel, J.B. Natowitz, R. Wada, P. Gonthier, Z. Majka, R. Alfarro, Y.Zhao, M.Mdeiwayeh, T.Ho
Nuclear Physics A 652 (1999) 17
- 1999- ENERGY DEPOSITION AND GDR EMISSION IN INELASTIC ALPHA PARTICLE SCATTERING
G. Viesti, M. Lunardon, D. Fabris, G. Nebbia, M. Cinausero, E. Fioretto, D.R.Napoli, G. Prete, K. Hagel, J.B. Natowitz, R. Wada, P. Gonthier, Z. Majka, R. Alfarro, Y.Zhao, M.Mdeiwayeh, T.Ho
Nuclear Physics A649 (1999) 165C
- 1999-FRAGMENT SPIN AS A FUNCTION OF THE MASS ASYMMETRY IN HEAVY ION INDUCED FISSION REACTIONS
R.K. Choudury, A. Saxena, A. Chatterjee, D.V. Shetty, S.S.Kapoor, M. Cinausero, L. Corradi, E.Farnea, E. Fioretto, A. Gadea, D. Napoli, G. Prete, A.M. Stefanini, D. Bazzacco, S. Beghini, D. Fabris, G. Montagnoli, G. Nebbia, C. Rossi Alvarez, F. Scarlassara, C. Ur, G. Viesti.
Physics Rew. C 60 (1999)
- 2000-STUDY OF THE MO-BA PARTITION IN ^{252}Cf SPONTANEOUS FISSION
D.C. Biswas, R.K. Choudury, M. Cinausero, B. Fornal, D.V. Shetty, G. Viesti, D. Fabris, E. Fioretto, M. Lunardon, G. Nebbia, G. Prete, D. Bazzacco, D.R.Napoli, C. Ur, G. Vedovato - Eur.Phys. J. A7(2000) 189

Consuntivo scientifico esperimento EDEN (1998-2000)

L'esperimento EDEN e' iniziato nel 1998 con un piano triennale che prevedeva l'inizio della sperimentazione con l'apparato 8π LP presso i Laboratori Nazionali di Legnaro ed una attivita' in collaborazione con la Texas A&M University (TAMU) per lo studio della dinamica della fissione nucleare e della diseccitazione del nucleo composto in esperimenti presso il Tandem-Linac dei LNL e il Ciclotrone del TAMU.

L'esperimento si conclude quindi alla fine dell'anno in corso avendo effettuato la sperimentazione secondo il programma presentato ed entro i limiti di spesa previsti (1511ML assegnati su 1837ML previsti dal piano triennale).

Nel corso del triennio sono state completate delle ricerche che hanno portato alla pubblicazione dei lavori nel seguito elencati. Questi studi hanno riguardato tematiche diverse per le quali sono stati utilizzati apparati per la rivelazione di gamma e particelle. In particolare alcuni esperimenti, condotti in collaborazione con il gruppo GASP, hanno messo in luce l'influenza del canale di ingresso in reazioni di fusione ed il ruolo delle reazioni di fusione incompleta nel popolamento di stati ad alto spin.

L'apparato GASP e' stato anche utilizzato per un'indagine sulla fissione spontanea e sulla fissione indotta in reazioni con ioni pesanti attraverso misure di coincidenza gamma-frammenti di fissione. In collaborazione con il TAMU si e' portata a termine l'analisi della diffusione inelastica di particelle alfa su ^{209}Bi . La distribuzione del numero dei neutroni evaporati e' stata analizzata con il modello statistico e si e' determinata la distribuzione dell'energia di eccitazione del frammento primario del bersaglio in funzione della perdita di energia del proiettile mettendo in evidenza come questa quantita' non sia una buona misura dell'energia di eccitazione trasferita. Le conseguenze di questa osservazione sono state incluse nello studio della emissione di gamma di GDR.

Si e' condotta inoltre un'indagine comparativa tra lo spettro delle particelle alfa misurate nel canale dei residui di evaporazione e quello nel canale di prescissione per il sistema composto ^{198}Pb . Il confronto evidenzia il grado di deformazione del nucleo composto in via di fissione al momento della emissione alfa.

Infine sono stati presentati i risultati delle misure di test e di funzionamento del rivelatore 8π LP e del sistema di acquisizione connesso.

Oltre che con il TAMU si sono avviate collaborazioni scientifiche con il BARC di Bombay (India), con cui si hanno attualmente scambi regolari di ricercatori, e il laboratorio di Louvain-la-Neuve (Belgio). In campo nazionale si sono realizzati esperimenti in collaborazione con il gruppo di Bari per misure di neutroni (apparato Ripen) e con il gruppo di Padova del prof. Signorini per lo studio del break-up del ^6Li .

L'attivita' sperimentale con 8π LP e' iniziata nel dicembre 98 dopo il commissioning dell'apparato. Con 8π LP si sono realizzati 5 esperimenti che hanno avuto come oggetto:

- 1 Lo studio della fissione indotta da reazioni di trasferimento su un bersaglio di Th ($^{28}\text{Si}+^{232}\text{Th}$ $E_{\text{lab}}=340\text{MeV}$).
- 2 Lo studio del processo di fissione e del decadimento evaporativo con un sistema composto di media fissilita' ($^{32}\text{S}+^{100}\text{Mo}$ $E_{\text{lab}}=240\text{MeV}$).
- 3 Lo studio della fissione dei nuclei composti prodotti con reazioni di fusione incompleta ($^{19}\text{F}+^{209}\text{Bi}$ $E_{\text{lab}}=130\text{MeV}$).
- 4 Lo studio della barriera di emissione in nuclei eccitati ($^{32}\text{S}+^{58}\text{Ni}$ $E_{\text{lab}}=350\text{MeV}$).
- 5 Lo studio del break-up coulombiano del ^6Li nell'interazione con un bersaglio di Pb ad energie prossime alla barriera.

Questi esperimenti sono stati approvati dal PAC dei LNL.

I primi tre esperimenti hanno riguardato lo studio della dinamica del processo di fissione.

Con l'esperimento ($^{28}\text{Si}+^{232}\text{Th}$ $E_{\text{lab}}=340\text{MeV}$) si è studiata la fissione indotta da processi di trasferimento. I frammenti simili al proiettile (PLF) sono stati rivelati con telescopi al silicio, ed è stato utilizzato come rivelatore dei frammenti di fissione (FF) l'intera PALLA di $8\pi\text{LP}$ (125 rivelatori da 35° a 170°). Sono state inoltre rivelate in coincidenza le particelle leggere sul MURO e sulla stessa PALLA e i neutroni evaporati a due angoli, uno in avanti e uno all'indietro. L'analisi preliminare dei dati relativi ai neutroni ha messo in evidenza molteplicità di prefissione compatibili con un ritardo della fissione di 2×10^{-21} sec e valori per le temperature di pre e post-fissione rispettivamente di 2.24MeV e 1MeV consistenti con una energia di eccitazione del nucleo composto di 218MeV assumendo per il parametro di densità dei livelli $a=A/8 \text{ MeV}^{-1}$. Il confronto con i dati relativi alle particelle leggere è in corso di analisi. Dalle coincidenze PLF-FF si è ricavata la yield della fissione indotta dal trasferimento di nucleoni e l'anisotropia della fissione in funzione dello Z trasferito. L'analisi preliminare ha messo in evidenza un aumento della fissione e dell'anisotropia al crescere dello Z trasferito con un massimo per $Z_{\text{trasf}}=4$. Questo comportamento potrebbe indicare la presenza di un break-up del proiettile che inibisce il trasferimento di energia di eccitazione e momento angolare; è in corso un'analisi più approfondita.

Nel secondo esperimento ($^{32}\text{S}+^{100}\text{Mo}$ $E_{\text{lab}}=240 \text{ MeV}$) sono state osservate le particelle leggere rivelate in coincidenza con i residui di evaporazione ed i frammenti di fissione. In questa reazione infatti sono presenti entrambi i processi con sezioni d'urto comparabili. Per questo esperimento sono stati effettuati due turni di misura: uno con $8\pi\text{LP}$ ed un secondo, in collaborazione con il gruppo di Bari, sul punto misura dell'esperimento Ripen4 attrezzato per la rivelazione dei neutroni. Dalla misura della molteplicità di neutroni e particelle cariche di pre-scissione e dagli spettri di energia, utilizzando il modello statistico, si può ottenere una stima del tempo di durata del processo nonché della deformazione media del sistema composto in via di scissione. Sulla base del modello la deformazione nucleare influenza il momento d'inerzia, la barriera di emissione e le energie di legame delle particelle; queste quantità determinano le forme spettrali nonché la competizione tra l'emissione di particelle cariche e neutroni soprattutto a causa della forte dipendenza della energia di legame delle particelle cariche dal grado di deformazione del nucleo. Ne risulta una maggiore probabilità di emissione per le particelle cariche nella evoluzione del nucleo da una configurazione di equilibrio a quella del punto sella, ed una maggiore probabilità di emissione per i neutroni nel passaggio dalla configurazione di punto sella alla scissione. Il codice statistico utilizzato per l'analisi dei dati, PACE, è stato implementato per tener conto della deformazione media del nucleo nel calcolo delle molteplicità di pre-fissione e l'analisi dell'esperimento è in corso.

Anche l'esperimento $^{19}\text{F}+^{209}\text{Bi}$ $E_{\text{lab}}=130 \text{ MeV}$ ha avuto come obiettivo lo studio della fissione. In precedenti misure sullo stesso sistema è stata osservata una anisotropia nella misura della distribuzione angolare dei frammenti lontana dalle previsioni del modello. L'esperimento vuole evidenziare la presenza di processi di fusione incompleta che potrebbero giustificare questo disaccordo. La misura della distribuzione angolare dei frammenti di fissione è stata ottenuta con dei rivelatori a piccolo angolo solido e con due rivelatori al silicio a strip ($5 \times 7 \text{ cm}^2$) si è misurato l'angolo di correlazione tra i frammenti. In coincidenza con i frammenti sono state inoltre rivelate le particelle leggere sul MURO di $8\pi\text{LP}$.

Dallo studio delle distribuzioni angolari e degli angoli di folding è possibile individuare la presenza di componenti di fissione dovute a trasferimento incompleto di impulso e le loro relazioni con le particelle leggere rivelate in coincidenza. Con l'analisi fino ad ora condotta si è ricavata la distribuzione angolare dei FF e si è osservato come l'angolo di correlazione medio aumenti per gli eventi di fissione in coincidenza con particelle alfa rivelate nel MURO. È in corso un'analisi quantitativa per mettere in evidenza la presenza di un trasferimento incompleto di impulso.

Con l'esperimento $^{32}\text{S}+^{58}\text{Ni}$ $E_{\text{lab}}=350$ MeV si e' condotto uno studio sul processo di fusione-evaporazione per verificare le previsioni sul decadimento del nucleo composto basate sul modello statistico e sul modello di coalescenza. Obiettivo dell'esperimento e' quello di evidenziare l'emissione di cluster da zone di bassa densita' alla periferia del nucleo che potrebbero spiegare l'abbondanza di particelle alfa di bassa energia osservata sperimentalmente ma non prevista dal modello statistico. Anche per questo esperimento e' in corso l'analisi dei dati. Dal confronto con il modello statistico (CASCADE) si e' osservato che le forme spettrali di protoni e alfa sono riprodotte aumentando il raggio di Modello Ottico del 25%. Si sono ricavati inoltre gli spettri di d, t, ^3He in coincidenza con i residui di evaporazione; questi dati permetteranno di misurare la temperatura nucleare con i due metodi di "slope" e rapporto isotopico. Si completera' l'analisi con il modello statistico e gli stessi dati saranno analizzati con il modello di coalescenza confrontando i risultati delle due analisi.

L'ultimo esperimento, riguardante lo studio delle sezioni d'urto di break-up del ^6Li , e' stato effettuato misurando la correlazione angolare tra i frammenti del break-up con i rivelatori della PALLA di $8\pi\text{LP}$. Una descrizione dettagliata di questa misura fa parte del consuntivo dell'esperimento EXOTIC.

I risultati preliminari di alcuni di questi esperimenti sono stati presentati alla International Conf. on Nuclear Reaction Mechanisms (Varenna) e alla Nucleus-Nucleus di Strasburgo.

Entro il 2000 verra' effettuato un esperimento con il rivelatore $8\pi\text{LP}$ per lo studio della dinamica della fissione nella reazione $^{58}\text{Ni}+^{122}\text{Sn}$. Questo esperimento sara' realizzato in collaborazione con il gruppo del prof. El Masri per completare lo studio di questo sistema iniziato al ciclotrone di Louvain-la-Neuve con il rivelatore di neutroni Demon.

L'analisi dei dati che si ottengono da un apparato complesso come $8\pi\text{LP}$ necessita di strumenti software adeguati. Con questo obiettivo si e' promossa una attivita' di sviluppo per la messa a punto di un software di analisi dati in collaborazione con il BARC di Bombay. Questa collaborazione ha portato alla realizzazione di una prima versione di software integrato nel programma ROOT utilizzabile su qualunque piattaforma UNIX. Sono state sviluppate in linguaggio C++ delle classi specifiche per il rivelatore $8\pi\text{LP}$. Si e' anche iniziato uno studio per l'utilizzo di reti neurali o algoritmi di analisi di immagini che permettano l'identificazione delle particelle in base alla localizzazione dell'evento sulle matrici DE-E, Tempo-E, PulseShape-E in collaborazione con il gruppo collegato di Trento (prof. Lazzizzera). Questa stessa tecnica potrebbe essere utilizzata on-line per il controllo attivo dei dati durante l'acquisizione.

Nell'ambito della collaborazione con il TAMU si e' realizzato l'esperimento $^{60}\text{Ni}+^{100}\text{Mo}$ a 11 MeV/amu per valutare il contributo del processo di break-up del ^5He in $^4\text{He}+n$ negli spettri alfa evaporativi. Si e' osservata la produzione di ^5He nelle misure di coincidenza alfa-neutroni. La sezione d'urto di questo processo non e' pero' sufficiente a giustificare l'ipotesi che l'eccesso di ^4He , rispetto alle previsioni del modello statistico, di particelle alfa di bassa energia sia imputabile totalmente al canale evaporativo di ^5He . I risultati di questo esperimento sono in corso di pubblicazione [B2]

Il gruppo ha inoltre collaborato con i ricercatori del TAMU per la messa a punto di un apparato che usa contemporaneamente il rivelatore per particelle cariche NIMROD inserito nella Neutron Ball. Questo apparato permette di associare le misure su $\sim 4\pi$ delle particelle cariche alla molteplicita' e distribuzione angolare dei neutroni e verra' utilizzato per lo studio degli effetti di coalescenza in nuclei caldi.

Proposta scientifica nuovo esperimento EDEN

Nel prossimo triennio la collaborazione EDEN intende portare avanti un programma scientifico di ulteriore approfondimento delle tematiche già affrontate, descritte nel consuntivo, ed iniziare una attività sperimentale con fasci radioattivi.

La dinamica del processo di fissione è stata uno dei soggetti principali della ricerca effettuata con il rivelatore 8π LP. Le caratteristiche del rivelatore sono infatti particolarmente adatte, rispetto agli apparati tradizionali, per lo studio della emissione di pre-scissione di particelle cariche leggere poichè permette la rivelazione su grande angolo solido sia delle particelle cariche che dei frammenti di fissione. In particolare le coincidenze tra i frammenti di fissione, identificati in base alla analisi della forma del segnale, costituiscono un trigger selettivo per la misura delle particelle di pre-scissione. La risoluzione dell'apparato non è però sufficiente per una misura della molteplicità di particelle in funzione della asimmetria di massa dei frammenti nonché per la misura della distribuzione in massa di questi ultimi. Poiché questi osservabili risultano importanti per lo studio della dinamica del processo [1] è in programma la realizzazione di un rivelatore a gas da inserire all'interno della palla dell'apparato 8π LP con una copertura angolare di circa il 5% di 4π .

Il programma su questa linea di ricerca, iniziato con lo studio del sistema $^{32}\text{S}+^{100}\text{Mo}$, continuerà con una indagine su nuclei di media fissilità ($A=140\div 160$) basata su misure a diverse energie di eccitazione del nucleo composto. In tal modo sarà possibile determinare l'on-set degli effetti dinamici della fissione sull'emissione di particelle di pre-scissione, nonché investigare sulla dipendenza della viscosità nucleare dalla temperatura, problema attualmente dibattuto. Inoltre il confronto delle molteplicità di pre-scissione misurate in sistemi con e senza la presenza di fast-fission può fornire ulteriori informazioni sulla dinamica del processo [2].

Con il prossimo anno entrerà ufficialmente nella collaborazione EDEN il gruppo di Bari con l'apparato RIPEN che permette uno studio complementare a quanto può essere fatto con 8π LP potendo misurare molteplicità medie, distribuzioni angolari e spettri energetici di neutroni. Questo apparato è stato utilizzato per studiare il sistema $^{32}\text{S}+^{100}\text{Mo}$ $E_{\text{lab}}=240$ MeV. È stato inoltre proposto al PAC dei LNL un nuovo esperimento che ne richiede l'utilizzo per lo studio della fissione di sistemi composti prodotti nella regione dei nuclei superpesanti ($Z>110$) attraverso la misura delle molteplicità di neutroni di pre- e post-scissione. Da queste misure sarà possibile ricavare informazioni sulla scala dei tempi e in generale sull'evoluzione della fissione per i nuclei di questa regione. Queste informazioni sono di fondamentale importanza per capire il meccanismo di produzione dei nuclei superpesanti attraverso il processo di fusione.

L'evoluzione termodinamica delle reazioni nucleari che portano alla formazione del nucleo composto e la diseccitazione di questo costituiscono l'altro tema di maggior interesse affrontato dalla collaborazione EDEN. L'obiettivo della ricerca è quello di descrivere nel modo più completo possibile l'evoluzione del nucleo composto dalla fase di preequilibrio alla fase di diseccitazione termodinamicamente equilibrata. Il modello statistico, principale strumento di indagine teorica, non descrive in modo soddisfacente alcune osservabili quali la forma spettrale delle particelle cariche evaporate per un certo numero di sistemi ad elevata energia di eccitazione. Un buon accordo si ottiene introducendo un aumento del 20-30% del raggio del potenziale di Modello Ottico. Questo risultato può essere spiegato assumendo un'espansione del nucleo o con la presenza di fluttuazioni di forma per effetto termico [3]. Per lo studio di questi fenomeni il sistema di rivelazione 8π LP rappresenta uno strumento di elevata sensibilità per la grossa copertura angolare e la buona dinamica di rivelazione. Su questa linea di ricerca è stato proposto recentemente al PAC dei LNL un esperimento, da realizzare all'inizio del 2001, per estendere lo studio del sistema $^{32}\text{S}+^{58}\text{Ni}$ ad $E_{\text{lab}}=350$ MeV osservando l'emissione di cluster più pesanti (Li, Be). L'obiettivo è quello di evidenziare l'eventuale presenza di emissione non puramente statistica per questi cluster, come già

osservato nell'esperimento condotto in Texas [4]. Questo lavoro approfondirà le conoscenze sui modi di decadimento del nucleo composto individuando le componenti statistiche e non-statistiche a diverse energie di eccitazione.

Le componenti non-statistiche contengono infatti informazioni sui primi stadi della reazione e possono essere utilizzate per indagarne la dinamica e il grado di equilibratura raggiunto nei vari stadi di diseccitazione dal sistema composto.

Su questa linea di ricerca si prevedono misure su diversi sistemi che verranno confrontati con le previsioni del modello statistico per mettere in evidenza osservabili sperimentali che si discostano dalle previsioni di diseccitazione all'equilibrio. I dati verranno inoltre analizzati con il modello di coalescenza [5, 6] per ottenere indicazioni sulla dimensione della sorgente emettitrice attraverso il parametro di coalescenza P_0 , dedotto dalle yield misurate per i cluster evaporati. Scopo finale è la determinazione della dimensione della sorgente di evaporazione e la descrizione dell'evoluzione delle temperature e della densità lungo la cascata di diseccitazione.

Oltre all'attività sperimentale con $8\pi\text{LP}$ e RIPEN, che continua secondo il programma già definito, la collaborazione EDEN presenta una proposta di ricerca basata sull'utilizzo di fasci stabili e radioattivi per indagare sulla dipendenza delle proprietà nucleari dalla temperatura con reazioni di particolare rilevanza per lo studio dei collassi stellari.

Questa attività si inquadra nel futuro sviluppo dei LNL che prevede la realizzazione di una facility di fasci radioattivi e consentirà di acquisire competenze sia in campo scientifico che strumentale per la fisica con fasci esotici.

L'attività sperimentale sarà condotta in stretta collaborazione con il gruppo del TAMU e prevede esperimenti con fasci stabili presso i LNL e con fasci esotici presso il ciclotrone del TAMU. Presso questi laboratori è presente una strumentazione avanzata per la rivelazione di neutroni, particelle cariche e ioni pesanti (Neutron Ball + NIMROD in Texas, $8\pi\text{LP}$ + rivelatori di trigger e RIPEN a Legnaro) che permettono uno studio dettagliato delle reazioni di fusione-evaporazione anche con fasci di bassa intensità.

Presso il TAMU sono già disponibili fasci di ${}^6\text{He}$ e ${}^{14}\text{O}$ e si sta sviluppando una linea adatta alla produzione di fasci esotici di massa più elevata prodotti per frammentazione del proiettile.

La collaborazione italiana a questo progetto avrà responsabilità di rilievo nella realizzazione della strumentazione e proporrà esperimenti con propria leadership. Per quanto riguarda la parte strumentale, sarà responsabilità della componente italiana la realizzazione dei rivelatori per l'analisi e il tagging del fascio lungo la linea di frammentazione.

In allegato sono la proposta di collaborazione con la Texas A&M e la lettera di conferma del direttore del Laboratorio del Ciclotrone per la continuazione dell'attività di ricerca presso questo acceleratore.

Il piano finanziario, proposto per 3 anni, prevede da un lato il potenziamento dell'apparato $8\pi\text{LP}$ e dall'altro la partecipazione alla realizzazione della facility di fasci radioattivi al TAMU. Sono in programma numerosi esperimenti sia a Legnaro che in Texas che motivano una consistente richiesta di materiale di consumo e trasferite sia all'interno che all'estero.

REFERENZE

- 1 D.J.Hinde, Nucl. Phys. A553 (1993) 255
- 2 G. La Rana, Proceedings of the IX International conference on Nuclear Reaction Mechanisms, Varenna 5÷10 June 2000

- 3 J.M.Alexander et al., Proceedings of the Symposium on Nuclear Dynamics and Nuclear Disassembly, Dallas, Texas, ed. J.B.Natowitz (World Scientific, 1989)
- 4 R.J.Charity et al., submitted to Phys. Rev. C
- 5 H.Sato, K.Yazaki, Phys. Lett. B 98, (1981) 153
- 6 A.Z.Mekjian, Phys. Lett. B 89, (1980) 177

Note al piano finanziario

Alla collaborazione EDEN partecipano le sezioni di Legnaro, Padova, Napoli, Firenze e Bari. La sezione di Bari curerà la reinstallazione dell'apparato RIPEN nella terza sala sperimentale dei LNL e l'utilizzo di questa strumentazione per le misure neutroniche.

I ricercatori partecipanti all'esperimento sono 25 pari a 12.5 ricercatori equivalenti.

La richiesta finanziaria globale per tre anni è di circa 2 miliardi.

Materiale di consumo: le spese per il materiale di consumo riguardano principalmente l'acquisto di rivelatori di ricambio per 8π LP e la realizzazione di rivelatori a gas per il potenziamento delle caratteristiche dell'apparato. Verranno realizzati rivelatori a gas per frammenti di fissione per la misura della distribuzione angolare in piano e la definizione dei rapporti di massa dei frammenti di fissione. È inoltre in programma la realizzazione di 8 rivelatori a bassa soglia per ioni di massa intermedia ($Z = 5-15$), costituiti da una camera a ionizzazione seguita da un rivelatore al silicio, da utilizzare come rivelatori specializzati per questa classe di particelle.

Per l'attività in collaborazione con il Texas si prevede di realizzare rivelatori sensibili alla posizione del tipo MWPC per il tagging del fascio lungo la linea di frammentazione.

Altre spese di consumo riguardano riparazioni di elettronica e manutenzioni.

La spesa globale prevista è di 756 ML di cui 341 ML nel 2001.

Materiale inventariabile: le spese di materiale inventariabile sono relative all'acquisto dell'elettronica necessaria per il funzionamento dei rivelatori a gas sviluppati.

La spesa globale prevista è di 218 ML di cui 129 ML nel 2001.

Missioni interne: le spese di trasferta interna coprono la mobilità dei ricercatori per la partecipazione a 3 turni presso i LNL, a 2 riunioni all'anno della collaborazione e per alcune riunioni di lavoro specifiche. Per Napoli e Bari sono previsti interventi tecnici per la manutenzione dei punti misura. Si fa presente che i LNL non dispongono di personale tecnico da dedicare alla manutenzione dei singoli apparati. La sezione di Firenze, oltre a partecipare alle attività sperimentali, collabora sia con Napoli che con Legnaro per l'analisi dei dati.

La spesa globale prevista è di 518 ML di cui 189 ML nel 2001.

Missioni estere: le missioni all'estero per il 2001 sono valutate sulla previsione del seguente piano di lavoro:

2 beam times per il test con RIB (rear ion beam) (2 settimane incluso il set-up strumentale per 4 ricercatori),

1 beam time per esperimenti con NIMROD (2 settimane incluso il set-up strumentale per 3 ricercatori),

2 interventi di montaggio e test di strumentazione con sorgenti al TAMU (1 settimana per 3 ricercatori);

TOTALE; 28 settimane-ric 1 viaggio in USA (7 giorni + biglietto aereo): 5 MLit

TOTALE 140MLit

1 viaggio per contatti scientifici con TAMU per 2 ricercatori Bari (5 giorni+viaggio)

La spesa globale prevista è di 484 ML di cui 148 ML nel 2001 così suddivisi:

Na: 40 ML , Fi: 10 ML, LNL:40 ML, Pd: 50 ML, Ba: 8 ML

Study of temperature effects in nuclei and the physics of Stellar Collapse using the FRAGMENTATION LINE at TAMU.

Abstract

We intend to study the possibility of performing a campaign of measurements of fusion-evaporation reactions populating nuclei in the $A=50-70$ region to study temperature effects on the nuclear level density and symmetry energy in the range $T < 3$ MeV. Such effects are suggested to play a central role in supernova explosion. The measurements will be performed by using stable beams available at LNL and TAMU as well as RIB produced at TAMU. The participation of the INFN to the construction of the FRAGMENTATION LINE at TAMU is envisaged.

Members of the collaboration

- J.B.Natowitz , K. Hagel, R. Wada, T. Keutgen, M. Murray, S. Shlomo (Cyclotron Institute, Texas A&M University, USA)
- G. Prete, E. Fioretto, M. Cinausero, S. Pesente, D.V. Shetty (INFN, Legnaro, Italy)
- D. Fabris, M. Lunardon, S. Moretto, G. Nebbia, V. Rizzi, G. Viesti (INFN, Padova, Italy)
- A. Brondi, R. Moro, G. LaRana, E. Vardaci (INFN, Napoli, Italy)
- F. Lucarelli, N. Gelli, P. Blasi (INFN, Firenze, Italy)

In the work of the Milan Group (P. Donati et al, PRL 72, 1994, 2835) the temperature dependence of the nucleon effective mass has been calculated for the nuclei ^{98}Mo , ^{64}Zn and ^{64}Ni . It was found that in all 3 cases that the effective mass decreases appreciably in the temperature interval 0-1 MeV. This has consequences, among other things, on the level density parameter and on the symmetry energy. In particular an increase of the symmetry energy was found with temperature:

$$E_{\text{sym}}(T) = b_{\text{sym}}(T) (N-Z)^2/A$$

With $b_{\text{sym}}(T)$ increasing by about 2.5 MeV as T increases from 0 to 1 MeV ($b_{\text{sym}}(0) = 28$ MeV).

Such a change in the symmetry energy contribution to the binding energy would have strong influences on the dynamics of the supernova collapse and explosion, as predicted by P. Donati et al.

In a second work, the Cal Tech group (D.J. Dean et al., PLB356 (1995) 429) studied the properties of various nuclei with $54 > A > 64$ for temperatures $T < 1.2$ MeV via Monte Carlo shell model calculations. In accord with empirical indications, they find no systematic temperature dependence of the symmetry energy coefficient $b_{\text{sym}}(T)$, for $T < 1.2$ MeV.

We propose here to extend the investigation on the temperature dependence of the nuclear properties, performed by our group in the past, to nuclei involved in the supernova explosion, to definitively test the theoretical predictions.

It is suggested that the dependence of $b_{\text{sym}}(T)$ would influence the binding energy and therefore the multiplicity of the particles evaporated from the compound nucleus, inducing differences with respect to the multiplicities that can be predicted by Statistical Model using the cold nucleus masses.

The temperature dependence of the binding energy would be evidenced by measuring excitation functions of the fusion evaporation reactions, starting from the lowest possible energy up to E_x around 100 MeV, corresponding to 3 MeV temperature in this mass region. The measurement of exclusive charged particle multiplicity and energy spectra as a function of the bombarding energy would allow us to detect variations of both binding energies and level densities as a function of the excitation energy. Direct subtraction of spectra or unfolding of the detected parameters as a function of the bombarding energy would allow us to map out the behaviour of the different parameters versus T for a given compound nucleus, as done in the past (see M.Gonin et al., Phys. Lett. B 217, 1989, 406).

In this case, it is of great importance to control the entrance channel dynamics of the fusion reaction, to take into account possible contamination effects from incomplete-fusion reactions.

Such a reaction studies will be done with stable beams using available 4pi detector systems (8plp at LNL and NIMROD at TAMU). Light heavy ion beams (as He, Li, Be, C, O) would be used to avoid uncertainties due to angular momentum effects in light nuclei.

After these preliminary measurements, it will be desirable to vary substantially the N/Z ratio of the compound nucleus to see changes on $E_{\text{sym}}(T)$. To this end RIB are needed to study in a more quantitative way the effects .

As an example, to study the A=64 isobars, the following reactions are possible:

$^{16}\text{O} + ^{48}\text{Ca}$ at 100 MeV forming ^{64}Ni at 100 MeV excitation

$^{16}\text{O} + ^{48}\text{Ti}$ at 115 MeV forming ^{64}Zn at 100 MeV excitation

with stable beams and

$^{55}\text{Ni} + ^9\text{Be}$ at 550 MeV forming ^{64}Ge at 100 MeV excitation

$^{50}\text{Ca} + ^{12}\text{C}$ at 400 MeV forming ^{64}Fe at 100 MeV excitation.

with RIBs.

For other isobaric families, experiments are possible also by using ^6He or ^{14}O beams which should be readily available.

The proposed time schedule of this experiment will consist of 3 steps:

2000: Definition of the project.

2001-2002: Campaign of measurements with stable beams, data analysis. Definition of the RIB production capability at TAMU either using the MARS spectrometer or using the FRAGMENTATION LINE. Test of RIB production. (Milestone at +24 months)

2003: Campaign of measurements with RIB at TAMU.

The INFN will contribute to the FRAGMENTATION LINE at the K500 at TAMU, which will allow the study of reactions with RIBs using NIMROD. With this highly powerful instrument, counting rates of about 1 Hz are expected using secondary beams with intensity of the order of

about 10^5 particles per second. The INFN contribution will consist in the design and construction of the beam tagging system, made of highly transparent MWPCs and multiple Delta-E ionisation chambers to measure TOF and Z of the secondary ions.

The interest of the INFN groups in the EDEN Collaboration to the development of the FRAGMENTATION LINE is not only related to the specific research project outlined here, but also to reaction mechanisms studies with the NEUTRON BALL and NIMROD, which have been the subject of collaboration between INFN and TAMU for several years.

The INFN groups will present this project for budget allocation within September 2000. If the project is approved, a specific MoU will be prepared between INFN and the Cyclotron Institute of TAMU. The extension of the INFN-TAMU collaboration in the field of studies with RIBs will be the base of possible future collaboration in the same field at the RIA facility.

G. Prete, A. Brondi for EDEN collaboration
J.B. Natowitz for the Cyclotron Institute of TAMU

Collaborazione EDEN giugno 2000

50% 70% 70% 20% 100%
M. Cinausero, E. Fioretto, G. Prete, S. Pesente, D. Shetty
Laboratori Nazionali di Legnaro

50% 30% 80%
F. Lucarelli, P. Blasi, N. Gelli
I.N.F.N. Sezione di Firenze

60% 40% 50% 50% 20%
A. Brondi, G. La Rana, R. Moro, E. Vardaci, A. Ordine,
60%
ric. INFN (nuova assunzione)
I.N.F.N. Sezione di Napoli

100% 40% 40% 20% 100%
D. Fabris, G. Nebbia, G. Viesti, M. Lunardon, S. Moretto,
100%
V. Rizzi
I.N.F.N. Sezione di Padova

20% 20% 20% 20% 20%
G.D'Erasmus, A. Pantaleo, E. Fiore, D. Di Santo, M. Palomba
I.N.F.N. Sezione di Bari

Tot ricercatori equivalenti	12.5
Laboratori Nazionali di Legnaro	(3,1)
I.N.F.N. Sezione di Firenze	(1,6)
I.N.F.N. Sezione di Napoli	(2,8)
I.N.F.N. Sezione di Padova	(4)
I.N.F.N. Sezione di Bari	(1)

Codice	Esperimento	Gruppo
1135	EDEN	3

Struttura
BARI

 Ricercatore responsabile locale:
 D'Erasmus Ginevra _____

PREVENTIVO LOCALE DI SPESA PER L'ANNO 2001
In ML

VOCI DI SPESA		DESCRIZIONE DELLA SPESA	IMPORTI		A cura della Comm.ne Scientifica Nazionale
			Parziali	Totale Compet.	
Viaggi e missioni	Interno	Riunioni/anno + 3 ric (.250 x 2 gg + . 650) 1 run/anno x 5 ric (.250 x 7 gg + .650) Interventi tecnici: 32gg + 8 viaggi (.250 x 32 + 8 x .65)	7 12 13	32	
	Estero	2 Ric, 1 riunione/anno di analisi dati 2 x (5 gg + 1 viaggio)	8	8	
Materiale Consumo		Linee vuoto Fotomoltiplicatore Cavi e connettori Meccanica per installazione punto misura Supporti magnetici per dati (3MI), magazzino LNL (2MI) Riparazioni di elettroniche (10MI)	10	41	
			7		
			5		
			4		
			5		
Traspe facch.			10	3	
			3		
Spese Calcolo	Consorzio	Ore CPU	Spazio Disco	Cassette	Altro
Affitti e manutenz. apparecchiati.					
Materiale Inventariabile		Sostituzione di moduli elettronici per l'acquisizione dati	20	20	
Costruzione Apparati					
Totale				104	
Note:					

Codice	Esperimento	Gruppo
1135	EDEN	3

Struttura
BARI

ALLEGATO MODELLO EC 2

Il sistema di DAQ annesso al punto misura specializzato per la spettrometria neutronica risulta ormai superato rispetto alle richieste di sistemi molto articolati di pluririvelazione. Se ne propone un aggiornamento progressivo basato sull'interfacciamento con VME. Gli investimenti sono ripartibili su due anni, dovendo col tempo restituire moduli provvisoriamente in prestito.

Codice	Esperimento	Gruppo
1135	EDEN	3

Struttura
BARI

PREVISIONE DI SPESA: PIANO FINANZIARIO LOCALE
PER GLI ANNI DELLA DURATA DEL PROGETTO

In ML

ANNI FINANZIARI	Miss. interno	Miss. estero	Mater. di cons.	Trasp.e Facch.	Spese Calcolo	Affitti e manut. appar.	Mat. inventar.	Costruz. apparati	TOTALE Competenza
2001	32	8	41	3			20		104
2002	32	8	21	3			20		84
2003	32	8	27	3					70
TOTALI	96	24	89	9			40		258

Note:

Osservazioni del Direttore della Struttura in merito alla disponibilità di personale e di attrezzature:

Nessuna annotazione

Mod. EC. 3

(a cura del responsabile locale)

Codice	Esperimento	Gruppo
1135	EDEN	3

Struttura
BARI

Consuntivo anno 1999/2000

LAUREATI		
Cognome e Nome	Titolo della Tesi	Sbocco professionale
Laurea in		
Laurea in		
Laurea in		
Laurea in		
Laurea in		
DOTTORI di RICERCA		
Dott in		
Dott in		
Dott in		
Dott in		
PRESENTAZIONI A CONFERENZE SU INVITO E SEMINARI SIGNIFICATIVI		
Relatore	Titolo	Conferenza o luogo

Codice	Esperimento	Gruppo
1135	EDEN	3

Struttura
BARI

Consuntivo anno 1999/2000

SIGNIFICATIVE VARIAZIONI DI BILANCIO

Capitolo	Variazione (ML)	Motivazione
Missioni Interne	_____	
Missioni Estere	_____	
Consumo	_____	
Trasporti e Facchinaggio	_____	
Spese Calcolo	_____	
Affitti e Manutenzioni	_____	
Materiale Inventariabile	_____	
Costruzione Apparati	_____	
Totale storni	_____	

CONFERENZE, WORKSHOP e SCUOLE ORGANIZZATE in ITALIA

Data	Titolo	Luogo

SIGNIFICATIVE COMMESSE E RELATIVO IMPORTO

ANAGRAFICA FORNITORE	DESCRIZIONE PRODOTTO O COMMESSA	IMPORTO (ML)

Codice	Esperimento	Gruppo
	EDEN	3

Struttura
FIRENZE

Ricercatore responsabile locale:

Nicla Gelli _____

PREVENTIVO LOCALE DI SPESA PER L'ANNO 2001
In ML

VOCI DI SPESA		DESCRIZIONE DELLA SPESA	IMPORTI		A cura della Comm.ne Scientifica Nazionale								
			Parziali	Totale Compet.									
Viaggi e missioni	Interno	2 run/anno x 2 ric. x (.250x7gg + .200 viaggio) 2 riunioni/anno x 3 ric. x (.250 x 2 gg + .200) 3 sett. x 2 ric. (collaborazione test strumentazione Fragmentation Line)	8 4 12	24									
	Estero	Texas: 1 turno x 2 ric. x (.500 x 7 gg + 1.5 viaggio)	10	10									
Materiale Consumo		supporti magnetici e consumo esp 8pLP e Texas acquisto software per analisi dati up grade stazione analisi dati consumo vario e manutenzione calcolo	5	17									
			3										
			5										
			4										
Trasp.e facch.													
Spese Calcolo	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Consorzio</td> <td>Ore CPU</td> <td>Spazio Disco</td> <td>Cassette</td> <td>Altro</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>	Consorzio	Ore CPU	Spazio Disco		Cassette	Altro						
		Consorzio	Ore CPU	Spazio Disco	Cassette	Altro							
Affitti e manutenz. apparecchiati.													
Materiale Inventariabile		Crate HV-CAEN per espansione canali rivelatori a gas	20	20									
Costruzione Apparati													
Totale				71									
Note:													

ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE

Preventivo per l'anno **2001**

Codice	Esperimento	Gruppo
	EDEN	3

Struttura
FIRENZE

ALLEGATO MODELLO EC 2

Codice	Esperimento	Gruppo
	EDEN	3

Struttura
FIRENZE

PREVISIONE DI SPESA: PIANO FINANZIARIO LOCALE
PER GLI ANNI DELLA DURATA DEL PROGETTO

In ML

ANNI FINANZIARI	Miss. interno	Miss. estero	Mater. di cons.	Trasp.e Facch.	Spese Calcolo	Affitti e manut. appar.	Mat. inventar.	Costruz. apparati	TOTALE Competenza
2001	24	10	17				20		71
2002	24	15	15				10		64
2003	12	15	20						47
TOTALI	60	40	52				30		182

Note:

Osservazioni del Direttore della Struttura in merito alla disponibilità di personale e di attrezzature:

Mod. EC. 3

(a cura del responsabile locale)

Codice	Esperimento	Gruppo
	EDEN	3

Struttura
FIRENZE

COMPOSIZIONE DEL GRUPPO DI RICERCA (cont.)

LAUREANDI Cognome e Nome	Associazione		Titolo della Tesi
	SI	NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
SERVIZI TECNICI	mesi-uomo		Annotazioni
INTERAZIONI CON LE INDUSTRIE (COMMESSE HIGH TECH)			
DENOMINAZIONE	DESCRIZIONE PRODOTTO O COMMESSA		

Codice	Esperimento	Gruppo
	EDEN	3

Struttura
FIRENZE

Consuntivo anno 1999/2000

LAUREATI		
Cognome e Nome	Titolo della Tesi	Sbocco professionale
Laurea in		
Laurea in		
Laurea in		
Laurea in		
Laurea in		
DOTTORI di RICERCA		
Dott in		
Dott in		
Dott in		
Dott in		
PRESENTAZIONI A CONFERENZE SU INVITO E SEMINARI SIGNIFICATIVI		
Relatore	Titolo	Conferenza o luogo

Codice	Esperimento	Gruppo
	EDEN	3

Struttura
FIRENZE

Consuntivo anno 1999/2000

SIGNIFICATIVE VARIAZIONI DI BILANCIO

Capitolo	Variazione (ML)	Motivazione
Missioni Interne	_____ - 10	Per completare acquisto rivelatori per 8pLP (vedi sotto)
Missioni Estere	_____	
Consumo	_____ + 12	
Trasporti e Facchinaggio	_____	
Spese Calcolo	_____	
Affitti e Manutenzioni	_____	
Materiale Inventariabile	_____ - 2	
Costruzione Apparati	_____	
Totale storni	_____ 0	

CONFERENZE, WORKSHOP e SCUOLE ORGANIZZATE in ITALIA

Data	Titolo	Luogo

SIGNIFICATIVE COMMESSE E RELATIVO IMPORTO

ANAGRAFICA FORNITORE	DESCRIZIONE PRODOTTO O COMMESSA	IMPORTO (ML)
MICRON SEMICONDUCTOR	12 silicon detectors per 8pLP	29 ML

Codice	Esperimento	Gruppo
1135	EDEN	3

Struttura
NAPOLI

 Ricercatore responsabile locale:
Augusto Brondi
PREVENTIVO LOCALE DI SPESA PER L'ANNO 2001
In ML

VOCI DI SPESA		DESCRIZIONE DELLA SPESA	IMPORTI		A cura della Comm.ne Scientifica Nazionale			
			Parziali	Totale Compet.				
Viaggi e missioni	Interno	2 turni x 5 ricercatori x 7 gg.- 2 riunioni x 6 ricercatori x 2 gg. 4 interventi tecnici x 2 tecnici x 7 gg. 1 turno coll. TAMU x 5 ricercatori x 7 gg. Mobilità responsabile nazionale	37 15 12 5	69				
	Estero	TEXAS: 1 turno x 5 ricercatori x 7 gg. TEXAS: montaggio e test stru. x 2 ricercatori x 7 gg. Contatti con gruppi esteri: BARC Bombay, India	25 10 5	40				
Materiale Consumo	Riparazione elettronica moduli frontend e Fair Rivelatori Csl+fotodiodi di ricambio e riparazioni 2 rivelatori gas x 8pLP (progetto,meccanica,stampati,montaggio) Supporti magnetici e consumo esperimenti 8pLP e TAMU	10 10 20 20	60					
Trasp.e facch.								
Spese Calcolo	Consorzio	Ore CPU	Spazio Disco	Cassette		Altro		
Affitti e manutenz. apparecchiati.								
Materiale Inventariabile	1 Modulo ADC per rivelatore a gas 1 Modulo TDC per rivelatore a gas		8 8	16				
Costruzione Apparati								
Totale				185				
Note:								

ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE

Preventivo per l'anno **2001**

Codice	Esperimento	Gruppo
1135	EDEN	3

Struttura
NAPOLI

ALLEGATO MODELLO EC 2

Codice	Esperimento	Gruppo
1135	EDEN	3

Struttura
NAPOLI

PREVISIONE DI SPESA: PIANO FINANZIARIO LOCALE
PER GLI ANNI DELLA DURATA DEL PROGETTO

In ML

ANNI FINANZIARI	Miss. interno	Miss. estero	Mater. di cons.	Trasp.e Facch.	Spese Calcolo	Affitti e manut. appar.	Mat. inventar.	Costruz. apparati	TOTALE Competenza
2001	69	40	60				16		185
2002	82	45	35				20		182
2003	47	45	30				0		122
TOTALI	198	130	125				36		489

Note:

Osservazioni del Direttore della Struttura in merito alla disponibilità di personale e di attrezzature:

Presso la sezione di Napoli i tecnici afferiscono ai Servizi della Sezione, per cui non viene indicato un elenco nominativo delle partecipazioni ai singoli esperimenti.

La disponibilità assicurata dai servizi della Sezione è riportata nel mod.EC/EN 7a.

Mod. EC. 3

(a cura del responsabile locale)

Codice	Esperimento	Gruppo
1135	EDEN	3

Struttura
NAPOLI

COMPOSIZIONE DEL GRUPPO DI RICERCA (cont.)

LAUREANDI Cognome e Nome	Associazione		Titolo della Tesi
	SI	NO	
Scherillo Antonella Relatore Brondi Augusto	<input checked="" type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	Studio della dinamica della fissione con la reazione 32 s + 100 MO
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	

	Denominazione	mesi-uomo	SERVIZI TECNICI Annotazioni
1	Officina Meccanica	1	
2	Servizio Elettronica	3	

INTERAZIONI CON LE INDUSTRIE (COMMESSE HIGH TECH)

DENOMINAZIONE	DESCRIZIONE PRODOTTO O COMMESSA
Silena International	Moduli ADC e TDC a 32 vie

Codice	Esperimento	Gruppo
1135	EDEN	3

Struttura
NAPOLI

Consuntivo anno 1999/2000

LAUREATI		
Cognome e Nome	Titolo della Tesi	Sbocco professionale
Basile Caterina Laurea in Fisica	Dinamica della fissione di nuclei composti	Società di software
Laurea in		
Laurea in		
Laurea in		
Laurea in		
DOTTORI di RICERCA		
Dott in		
Dott in		
Dott in		
Dott in		
PRESENTAZIONI A CONFERENZE SU INVITO E SEMINARI SIGNIFICATIVI		
Relatore	Titolo	Conferenza o luogo
La Rana Giovanni	Study of the fission process in systems of intermediate fissility	Int.Conf.(Varenna)
Vardaci Emanuele	Future of modern Acquisition Systems	Eurisol Meeting

Codice	Esperimento	Gruppo
1135	EDEN	3

Struttura
NAPOLI

Consuntivo anno 1999/2000

SIGNIFICATIVE VARIAZIONI DI BILANCIO

Capitolo	Variazione (ML)	Motivazione
Missioni Interne	_____	
Missioni Estere	_____	
Consumo	_____	
Trasporti e Facchinaggio	_____	
Spese Calcolo	_____	
Affitti e Manutenzioni	_____	
Materiale Inventariabile	_____	
Costruzione Apparati	_____	
Totale storni	_____	

CONFERENZE, WORKSHOP e SCUOLE ORGANIZZATE in ITALIA

Data	Titolo	Luogo

SIGNIFICATIVE COMMESSE E RELATIVO IMPORTO

ANAGRAFICA FORNITORE	DESCRIZIONE PRODOTTO O COMMESSA	IMPORTO (ML)

ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE

 Preventivo per l'anno **2001**

Codice	Esperimento	Gruppo
	EDEN	3

Struttura
PADOVA

 Ricercatore responsabile locale:
Daniela FABRIS
PREVENTIVO LOCALE DI SPESA PER L'ANNO 2001
In ML

VOCI DI SPESA	DESCRIZIONE DELLA SPESA	IMPORTI		A cura della Comm.ne Scientifica Nazionale				
		Parziali	Totale Compet.					
Viaggi e missioni	Interno 4 riunioni x 6 ric.x (.250 x 2 gg +.600 viaggio) Trasferte ai LNL x 6 ricercatori e 1 tecnico	26 12	38					
	Estero Texas: 1 turno x 6 ric.x (.500 x 7gg. +1.5 viaggio) Texas: Analisi dati; 1 trasf. x 3 ric. x (.500 x 7gg. +1.5 viaggio) Contatti con gruppi esteri: BARC (Bombay, India)	30 15 5	50					
Materiale Consumo	Supporti magnetici e consumo esperimenti 8pLP e TAMU Installazione BGO Multiplexer per MWPC 8pLP (off. elettronica) Rivelatori di trigger per PLF (8Si+8IC) (24+16 ML) Camera a ionizzazione multianodo per fragmentation line	20 10 3 40 20	93					
Trasp.e facch.								
Spese Calcolo	Consorzio	Ore CPU	Spazio Disco		Cassette	Altro		
Affitti e manutenz. apparecchiati.								
Materiale Inventariabile	Elettronica MWPC per 8pLP: Amplificatori CFD Ratemeter 8 preamplificatori per IC trigger PLF	4 5 6 8	23					
Costruzione Apparati								
Totale			204					
Note:								

ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE

Preventivo per l'anno **2001**

Codice	Esperimento	Gruppo
	EDEN	3

Struttura
PADOVA

ALLEGATO MODELLO EC 2

Codice	Esperimento	Gruppo
	EDEN	3

Struttura
PADOVA

PREVISIONE DI SPESA: PIANO FINANZIARIO LOCALE
PER GLI ANNI DELLA DURATA DEL PROGETTO

In ML

ANNI FINANZIARI	Miss. interno	Miss. estero	Mater. di cons.	Trasp.e Facch.	Spese Calcolo	Affitti e manut. appar.	Mat. inventar.	Costruz. apparati	TOTALE Competenza
2001	38	50	93				23		204
2002	38	55	23				19		135
2003	23	55	25						103
TOTALI	99	160	141				42		442

Note:

Osservazioni del Direttore della Struttura in merito alla disponibilità di personale e di attrezzature:

Le richieste presentate appaiono compatibili con le disponibilità della Sezione.

Mod. EC. 3

(a cura del responsabile locale)

Codice	Esperimento	Gruppo
	EDEN	3

Struttura
PADOVA

Consuntivo anno 1999/2000

LAUREATI		
Cognome e Nome	Titolo della Tesi	Sbocco professionale
Marina BARBUI Laurea in FISICA	Sistema di identificazione di particelle e calibrazione in energia per i telescopi Si-CsI(Tl) dell'apparato 8pLP	
Laurea in		
Laurea in		
Laurea in		
Laurea in		
DOTTORI di RICERCA		
Dott in		
Dott in		
Dott in		
Dott in		
PRESENTAZIONI A CONFERENZE SU INVITO E SEMINARI SIGNIFICATIVI		
Relatore	Titolo	Conferenza o luogo
Daniela FABRIS	First results from the 8pLP detection system	Varenna
Daniela FABRIS	Study of transfer induced fission and fusion-fission reactions for $^{28}\text{Si}+^{232}\text{Th}$ system at 340 MeV	Strasburgo

Codice	Esperimento	Gruppo
	EDEN	3

Struttura
PADOVA

Consuntivo anno 1999/2000

SIGNIFICATIVE VARIAZIONI DI BILANCIO

Capitolo	Variazione (ML)	Motivazione
Missioni Interne	_____	
Missioni Estere	_____	
Consumo	_____	
Trasporti e Facchinaggio	_____	
Spese Calcolo	_____	
Affitti e Manutenzioni	_____	
Materiale Inventariabile	_____	
Costruzione Apparati	_____	
Totale storni	_____	

CONFERENZE, WORKSHOP e SCUOLE ORGANIZZATE in ITALIA

Data	Titolo	Luogo

SIGNIFICATIVE COMMESSE E RELATIVO IMPORTO

ANAGRAFICA FORNITORE	DESCRIZIONE PRODOTTO O COMMESSA	IMPORTO (ML)

EDEN

3

G. PRETE -

LNL

continua

STR.	ESPERIM.	Missioni interno	Inviti ospiti stran.	Missioni estero	Mater. di Cons.	Spes Sem	Tras. e Fac.	Pub. Scien.	Spese Calc	Aff. e Manut. App.	Mater. invent.	Costruz. apparati	TOTALE	
BARI	Personale													
	Ricercatori	5,0		Tecnologi			Tecnici	5,0		Servizi mesi uomo				
	FTE	1,0		FTE			FTE	0,5						
	Rapporti (FTE/numero) Ricercatori				0,20				Ricercatori+Tecnologi				0,20	
	EDEN	32		8	41		3				20		104	
	di cui sj													
	Totali	32		8	41		3				20		104	
	di cui sj													
	Richieste/(FTE ricercatori+tecnologi)				104,00									
	FIRENZE	Personale												
Ricercatori		3,0		Tecnologi			Tecnici		Servizi mesi uomo					
FTE		1,6		FTE			FTE							
Rapporti (FTE/numero) Ricercatori				0,53				Ricercatori+Tecnologi				0,53		
EDEN		24		10	17					20		71		
di cui sj														
Totali		24		10	17					20		71		
di cui sj														
Richieste/(FTE ricercatori+tecnologi)				44,38										
L.N.L.		Personale												
	Ricercatori	5,0		Tecnologi			Tecnici		Servizi mesi uomo					
	FTE	3,1		FTE			FTE		4,0					
	Rapporti (FTE/numero) Ricercatori				0,62				Ricercatori+Tecnologi				0,62	
	EDEN	27		40	130		10			50		257		
	di cui sj													
	Totali	27		40	130		10			50		257		
	di cui sj													
	Richieste/(FTE ricercatori+tecnologi)				82,90									
	NAPOLI	Personale												
Ricercatori		5,0		Tecnologi	2,0		Tecnici		Servizi mesi uomo					
FTE		3,0		FTE	0,4		FTE		4,0					
Rapporti (FTE/numero) Ricercatori				0,60				Ricercatori+Tecnologi				0,49		
EDEN		69		40	60					16		185		
di cui sj														
Totali		69		40	60					16		185		
di cui sj														
Richieste/(FTE ricercatori+tecnologi)				54,41										

Esperimento

gruppo

Rappresentante nazionale

Struttura res_naz

nuovo continua

EDEN

3

G. PRETE -

LNL

continua

STR.	ESPERIM.	Missioni interno	Inviti ospiti stran.	Missioni estero	Mater. di Cons.	Spes Sem	Tras. e Fac.	Pub. Scien.	Spese Calc	Aff. e Manut. App.	Mater. invent.	Costruz. apparati	TOTALE	
PADOVA	Personale													
	Ricercatori	6,0	Tecnologi				Tecnici				1,0	Servizi mesi uomo		
	FTE	4,0	FTE				FTE				0,3			
	Rapporti (FTE/numero) Ricercatori				0,67				Ricercatori+Tecnologi				0,67	
	EDEN	38		50	93						23		204	
	di cui sj													
	Totali	38		50	93						23		204	
	di cui sj													
	Richieste/(FTE ricercatori+tecnologi)				51,00									
	TOTALI													
Totali	190		148	341			13				129		821	
di cui sj														
Confronto con il modello EC4														
Mod. EC4 dati	189		148	341			13				129		820	
Totale-Dati EC4	1,0												1,0	
Personale														
Ricercatori	24,0	Tecnologi				2,0	Tecnici				6,0	Servizi mesi uomo		
FTE	12,7	FTE				0,4	FTE				0,8	8,0		
Rapporti (FTE/numero) Ricercatori				0,53				Ricercatori+Tecnologi				0,50		
Richieste/(FTE ricercatori+tecnologi)				62,67										