

Codice	Esperimento	Gruppo
0048	DAMA	2

<b>Struttura</b>
<b>ROMA II</b>

Ricercatore  
responsabile locale: Bernabei R.

Rappresentante  
Nazionale: R. BERNABEI

Struttura di  
appartenenza: ROMA 2

Posizione nell'I.N.F.N.: Incar. di Ricerca

<b>INFORMAZIONI GENERALI</b>	
<b>Linea di ricerca</b>	Rivelazione di particelle candidate come materia oscura dell'Universo.
<b>Laboratorio ove si raccolgono i dati</b>	L.N.G.S.
<b>Sigla dello esperimento assegnata dal Laboratorio</b>	DAMA
<b>Acceleratore usato</b>	
<b>Fascio (sigla e caratteristiche)</b>	
<b>Processo fisico studiato</b>	Rivelazione di particelle candidate come materia oscura dell'Universo mediante diffusione elastica.
<b>Apparato strumentale utilizzato</b>	Scintillatori a bassa radioattività intrinseca, quali NaI(Tl) e Xenon liquido.
<b>Sezioni partecipanti all'esperimento</b>	RM, RM2
<b>Istituzioni esterne all'Ente partecipanti</b>	In collaborazione con l'IHEP - Beijing + per misure con neutroni in coll. con ricercatori dell'ENEA -Frascati + studi su risultati by-products & misure con il 106Cd in coll. con ricercatori dell'INR-Kiev
<b>Durata esperimento</b>	Pluriennale

Codice	Esperimento	Gruppo
0048	DAMA	2

<b>Struttura</b>
<b>ROMA II</b>

**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	20 mesi uomo presso LNGS				88	<b>88</b>	
	Estero	Contatti scientifici, riunioni con collaboratori stranieri, contatti con ditte (Crismatec, Bicron, Electron Tube Ltd), conferenze				30	<b>30</b>	
Materiale Consumo	Metabolismo apparati (componentistiche UHV ed elettroniche, caverie, riparazione moduli, piccole lavorazioni meccaniche, prodotti chimici, magazzino LNGS etc.etc.)					50	<b>150</b>	
	Gas N2 IP 18 PMT 9302BFL (selezionati)					25 75		
Trasp.e facch.	In LNGS					8	<b>8</b>	
Spese Calcolo	Consorzio	Ore CPU	Spazio Disco	Cassette	Altro			
Affitti e manutenz. apparecchiati.								
Materiale Inventariabile	Moduli per apparato 250 Kg NaI:					48	<b>112</b>	
	HV Caen					5		
LV					9			
2 discriminatori ottali 6 TFA					50			
Costruzione Apparati	8 TD					303	<b>351</b>	
	36 preamplificatori					35		
1 camac list sequenzer					13			
<b>Totale</b>							<b>739</b>	
Note:								

Codice	Esperimento	Gruppo
0048	DAMA	2

<b>Struttura</b>
<b>ROMA II</b>

**ALLEGATO MODELLO EC 2**

L' upgrading dell' apparato DAMA prevede l' utilizzo di 25 rivelatori NaI(Tl), di cui 9 già costruiti ed operanti da anni. Per ognuno dei 16 nuovi rivelatori NaI(Tl) è pertanto necessario acquisire la componentistica elettronica relativa. Si rende, quindi, necessario l'acquisto di preamplificatori, Linear Fan-in/Fan-out, Amplificatori Timing Filter, Discriminatori, Coincidenze, moduli per le alte tensioni, moduli per le basse tensioni, Transient digitizers 1 GSa/s, ADC Camac ed elettronica di acquisizione. La richiesta riportata sui moduli EC2 è relativa allo stretto indispensabile per poter opportunamente mettere in acquisizione i nuovi 16 rivelatori. Essa è stata suddivisa tra le voci "Materiale inventariabile" e "Costruzione apparati" della sezione di Roma2 e la voce "Materiale inventariabile" della sezione di Roma. Tale suddivisione e' stata mantenuta nel rispetto formale di quanto già' riportato precedentemente nel piano di previsione. Un debole incremento della cifra di previsione è stato necessario a causa della variazione sfavorevole del dollaro e della sterlina.

Infine, i fotomoltiplicatori necessari - selezionati opportunamente per la bassa attività, per la risposta elettronica e per il basso rumore di dark current - sono stati inseriti nella voce consumo delle due sezioni di Roma2 e Roma.

Codice	Esperimento	Gruppo
0048	DAMA	2

<b>Struttura</b>
<b>ROMA II</b>

**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	88	30	150	8			112	351	<b>739</b>
2002	88	35	140	6			120		<b>389</b>
2003	88	35	140	6			100		<b>369</b>
2004	88	35	140	12			100		<b>375</b>
2005	88	35	130	6			100		<b>359</b>
2006	88	35	120	6			80		<b>329</b>
2007	88	20	80	6			40		<b>234</b>
2008	20	5	20	20					<b>65</b>
<b>TOTALI</b>	<b>636</b>	<b>230</b>	<b>920</b>	<b>70</b>			<b>652</b>	<b>351</b>	<b>2859</b>

Note:  
 Si veda l'allegato al mod. EC2

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
0048	DAMA	2

<b>Struttura</b>
<b>ROMA II</b>

**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.	
ROMA1	30	18	100			10	133		<b>291</b>	<b>0</b>
ROMA2	88	30	150	8			112	351	<b>739</b>	<b>0</b>
<b>TOTALI</b>	<b>118</b>	<b>48</b>	<b>250</b>	<b>8</b>		<b>10</b>	<b>245</b>	<b>351</b>	<b>1030</b>	<b>0</b>

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

Note: Si veda l'allegato al modulo EC2.

Codice	Esperimento	Gruppo
0048	DAMA	2

<b>Struttura</b>
<b>ROMA II</b>

**A) ATTIVITA' SVOLTA NELL'ANNO 2000**

La relazione e l'elenco delle pubblicazioni relativi al periodo Giugno 1999-Giugno 1999 (data di stesura della presente), sono riportati in allegato 1.

**B) ATTIVITA' PREVISTA PER L'ANNO 2001**

- A) Si proseguira' la presa dati con l'apparato dei 100 kg NaI(Tl) utilizzando la nuova elettronica e il nuovo DAQ.  
 B) Si analizzeranno i dati raccolti nel ciclo precedente  
 C) Si avviera' la produzione e lo stoccaggio sotterraneo dei nuovi rivelatori NaI(Tl)  
 D) Si provvedera' all'approvvigionamento dell'elettronica e dei PMTs necessari per i nuovi rivelatori e ai test relativi  
 E) Si effettuera' la presa dati con lo Xenon arricchito in  $^{136}\text{Xe}$  e si iniziera' la relativa analisi dati  
 F) Si continueranno le misure su piccoli apparati nell'installazione chiamata "R&D"

**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
1990-2000	685	193	1954	45		26	781	290	<b>3974</b>
<b>TOTALE</b>	<b>685</b>	<b>193</b>	<b>1954</b>	<b>45</b>		<b>26</b>	<b>781</b>	<b>290</b>	<b>3974</b>

## ALLEGATO 1

### Attività svolta dal gruppo DAMA dal giugno 1999 al giugno 2000

#### 1. Risultati ottenuti con l'apparato da circa 100 kg di NaI(Tl) di elevata radiopurezza

##### 1.1 Ricerca di WIMP attraverso lo studio della possibile variazione diurna del tasso di conteggio

I dati del periodo DAMA/NaI-2, 14962 kg x giorno (già analizzati per lo studio della modulazione annuale) sono stati analizzati per lo studio di una possibile variazione diurna del tasso di conteggio rispetto al tempo sidereo, a seguito della rotazione terrestre. L'effetto può produrre una variazione giornaliera della distribuzione di velocità di WIMP e, di conseguenza, del loro flusso e del tasso di conteggio misurato nei laboratori sotterranei. Comunque, questo effetto risulta molto piccolo e sarebbe apprezzabile solo in caso di candidati con elevata sezione d'urto. L'analisi ha evidenziato l'assenza di tale effetto nei dati e, quindi, ha permesso di escludere nuove regioni per candidati di elevata sezione d'urto, ai quali dovrebbe corrispondere una piccola frazione dell'alone galattico. Si è anche effettuata la ricerca di una eventuale variazione diurna del tasso di conteggio rispetto al tempo solare; essa ha permesso di escludere la presenza di eventuali effetti diurni di natura non conosciuta.

##### 1.2 Ricerca di SIMP e nuclearità neutre

Una ulteriore ricerca per particelle neutre massive fortemente interagenti (SIMP) è stata effettuata considerando interazioni sia non dipendenti che dipendenti dallo *spin*. Queste particelle esotiche potrebbero essere intrappolate nell'alone galattico ( $\beta \sim 10^{-3}$ ) e potrebbero avere masse ( $M_S$ ) dai GeV alla scala GUT e sezioni d'urto su protone ( $\sigma_p$ ) fino a  $\sim 10^{-22}$  cm<sup>2</sup>. L'esperimento DAMA ha studiato coincidenze ritardate tra due piani di rivelatori dell'apparato da circa 100 kg di NaI(Tl). L'analisi finale ha permesso di estendere le regioni escluse fino a masse  $M_S \sim 4 \times 10^{16}$  GeV. È inoltre stato determinato un limite superiore sul flusso delle nuclearità neutre (in modo *model independent*) pari a  $\Phi < 1.9 \times 10^{-11}$  s<sup>-1</sup>cm<sup>-2</sup>sr<sup>-1</sup> a 90% C.L. ( $\beta \sim 10^{-3}$ ).

##### 1.3 Ricerche di possibili processi CNC in NaI(Tl): nuovi limiti sperimentali sulla eccitazione di livelli nucleari di <sup>23</sup>Na e <sup>127</sup>I a causa di possibili processi CNC

La conservazione della carica elettrica è una delle leggi fondamentali della elettrodinamica quantistica. Comunque, la possibilità che la conservazione della carica possa essere violata in possibili future teorie di unificazione e le implicazioni di una tale violazione sono state ampiamente discusse in letteratura. Inoltre, *tests* sperimentali stanno proseguendo i lavori iniziati da G. Feinberg e M. Goldhaber nel 1959. Alcuni studi sono stati realizzati con l'apparato da circa 100 kg di NaI(Tl). In particolare, in questo periodo si è

completato l'esperimento basato sull'idea di S. Holievic et al. di considerare il processo, analogo alla cattura elettronica, che non cambia la carica del nucleo, ma lo lascia in uno stato eccitato:  $(A,Z) + e^- \rightarrow (A,Z)^* + \nu_e$ . Attraverso lo studio della caratteristica diseccitazione del nucleo si è ottenuto un nuovo limite sulla vita media dei processi di cattura elettronica CNC:  $\tau > 2.4 \times 10^{23}$  anni al 90% C.L., 1-2 ordini di grandezza più elevato del migliore precedentemente disponibile. Si sono anche valutati i limiti superiori sulle costanti di accoppiamento relative per tali processi CNC, utilizzando l'approccio di Bahcall.

#### 1.4 Ricerca di WIMP attraverso lo studio della modulazione annuale del tasso di conteggio

Si è completata l'analisi dei dati relativi a 2 ulteriori cicli annuali (DAMA/NaI-3 e DAMA/NaI-4) per una statistica di 38475 kgxday in termini di modulazione annuale del tasso di conteggio quale marcatura della presenza di WIMP. I risultati sono in accordo con quelli precedentemente ottenuti. L'analisi cumulativa di tutti i dati disponibili per gli studi di modulazione annuale (statistics of 57986 kg x day), propriamente tenendo conto anche dei limiti superiori sui rinculi ottenuti con la statistica detta DAMA/NaI-0, favorisce la presenza di modulazione con le caratteristiche attese per un effetto indotto da WIMP a circa  $4 \sigma$ . La regione permessa di massa si estende fino a 105 GeV ( $1 \sigma$ ) quando si tiene conto delle incertezze con cui sono note le velocità astrofisiche e fino a 132 GeV ( $1 \sigma$ ) in caso si consideri una possibile rotazione dell'alone.

Il lavoro per la realizzazione dei nuovi rivelatori che permetteranno di I programmi futuri prevedono l'installazione di una nuova elettronica e DAQ e negli anni successivi l'aumento della massa esposta fino a 250 kg, per investigare ulteriori peculiarità dell'effetto osservato.

### 2. Risultati ottenuti con l'apparato da ~6.5 kg di Xenon liquido

#### 2.1 Ricerche di possibili processi CNC in Xenon

##### 2.1.1 Nuovi limiti sperimentali sulla eccitazione di livelli nucleari di $^{129}\text{Xe}$ a causa di possibili processi CNC

Anche questo esperimento - come quello descritto nel par. 1.3 - ha sfruttato l'idea di S. Holievic et al. ed ha permesso di ottenere un nuovo limite sulla vita media dei processi di cattura elettronica CNC che coinvolgano livelli eccitati del nucleo  $^{129}\text{Xe}$ :  $\tau > 3.7 \times 10^{24}$  anni al 90% C.L., 1 ordine di grandezza più elevato di quello ottenuto per lo Iodio. Si sono valutati anche in questo caso i limiti superiori sulle costanti di accoppiamento relative per tali processi CNC, utilizzando l'approccio di Bahcall.

##### 2.1.2 Nuovi limiti sperimentali sul possibile decadimento dell'elettrone in neutrino più gamma

Un nuovo limite sulla vita media del possibile decadimento che viola la conservazione della carica:  $e^- \rightarrow \nu_e + \gamma$  è stato stabilito analizzando una

statistica di 2257.7 kg x day. Questo limite e' :  $\tau > 2.0(3.4) \times 10^{26}$  y al 90% (68%) C.L., un ordine di grandezza piu' grande dei limiti correnti per quel canale.

### 3. Lavori sull'hardware degli apparati

L'intera installazione denominata R&D e' stata disinstallata dalla baracca dove si trova l'apparato dei 100 kg NaI e riinstallata con alcune migliorie in un nuovo sito. Questo e' stato fatto sia per poter lavorare su tale installazione senza le limitazioni dovute alle esigenze dell'altro esperimento che al fine di reperire lo spazio necessario per l'installazione dell'elettronica per l'intero apparato da 250 kg NaI ora in preparazione.

L'apparato a Xenon liquido e' stato migliorato per quel che riguarda il sistema di trappole lungo la linea di vuoto/riempimento e per la parte del riempimento relativamente alla parte del gas Xenon. L'apparato e' in vuoto e a fine giugno 2000 ci saranno i primi runs con l'impiego di Xenon arricchito in  $^{136}\text{Xe}$  invece che in  $^{129}\text{Xe}$ .

L'elettronica e il DAQ nuovi per l'apparato di 100 kg NaI sono stati preparati e saranno installati durante luglio/agosto 2000; tale *upgrading* e' stato rinviato a tale data per completare la presa dati di un ulteriore ciclo annuale.

Si sono eseguite varie misure - anche col Ge sotto terra - relative ai nuovi cristalli NaI.

Si prevede nella seconda meta' del 2000 di effettuare misure - nell'apparato R&D nel nuovo sito - su prototipi NaI, sul terzo prototipo  $\text{CaF}_2(\text{Eu})$  e con il  $^{106}\text{Cd}$  selezionato.

### 4. Pubblicazioni dal giugno 1999 al giugno 2000

1. R. Bernabei, P. Belli, F. Montecchia, W. Di Nicolantonio, A. Incicchitti, D. Prospero, C. Bacci, C.J. Dai, L.K. Ding, H.H. Kuang, J.M. Ma. "WIMPs search by scintillators: possible strategy for annual modulation search with large-mass highly-radiopure NaI(Tl)", Nucl.Phys. B (Proc. Sup.) **70** (1999), 79.
2. P. Belli, R. Bernabei, C. J. Dai, L.K. Ding, W. Di Nicolantonio, G. Ignesti, A. Incicchitti, H.H. Kuang, J. M. Ma, F. Montecchia, D. Prospero, M. Angelone, P. Batistoni, M. Pillon, "The DAMA experiments: status report", in the volume "*Dark Matter in Astrophysics and particle Physics 1998*", IOP pub, Phyladelphia (1999), 711.
3. R. Bernabei, P. Belli, F. Montecchia, W. Di Nicolantonio, G. Ignesti, A. Incicchitti, D. Prospero, C.J. Dai, L.K. Ding, H.H. Kuang, J.M. Ma, "Performances of the ~ 100 kg NaI(Tl) set-up of the DAMA experiment at Gran Sasso", Il Nuovo Cim. **A112** (1999) 545.
4. P. Belli et al., "New DAMA results on annual modulation searches", in the volume Proc. of the II Int. Workshop on "*The identification of Dark Matter*", World Scie. ed. (1999), 299.
5. P. Belli, R. Bernabei, C.J. Dai, W. Di Nicolantonio, L.K. Ding, G. Ignesti, A. Incicchitti, H.H. Kuang, J.M. Ma, F. Montecchia, D. Prospero, "Direct search for Dark Matter particles deep underground", in the volume "*3K-Cosmology*", AIP pub. (1999), 65.

6. P. Belli, R. Bernabei, C.J. Dai, H.L. He, G. Ignesti, A. Incicchitti, H.H. Kuang, J.M. Ma, F. Montecchia, O.A. Ponkratenko, D. Prospero, V.I. Tretyak, Yu.G. Zdesenko, "New experimental limit on the electron stability and non-paulian transitions in Iodine atoms", *Phys. Lett.* **B460** (1999), 235.
7. P. Belli, R. Bernabei, C.J. Dai, F. Grianti, H.L. He, G. Ignesti, A. Incicchitti, H.H. Kuang, J.M. Ma, F. Montecchia, O.A. Ponkratenko, D. Prospero, V.I. Tretyak, Yu.G. Zdesenko, "New limits on spin-dependent coupled WIMPs and on  $2\beta$  processes in  $^{40}\text{Ca}$  and  $^{46}\text{Ca}$  by using low radioactive  $\text{CaF}_2(\text{Eu})$  crystal scintillators", *Nucl. Phys.* **B563** (1999), 97.
8. R. Bernabei, P. Belli, R. Cerulli, F. Montecchia, M. Amato, G. Ignesti, A. Incicchitti, D. Prospero, C.J. Dai, H.L. He, H.H. Kuang, J.M. Ma, G.X. Sun, Z. Ye, "Extended limits on neutral SIMPs and nuclearities from NaI(Tl) scintillators", *Phys. Rev. Lett* **83** (1999), 4918.
9. R. Bernabei, "Dark matter searches", in the volume "*Proceed. of the 8-th Int. Workshop on Neutrino Telescopes*", edited by M. Baldo-Ceolin, Papergraf ed., vol. II (1999), 239.
10. P. Belli, R. Bernabei, C.J. Dai, W. Di Nicolantonio, L.K. Ding, G. Ignesti, A. Incicchitti, H.H. Kuang, J.M. Ma, F. Montecchia, D. Prospero, "Searching for the Dark Universe by the DAMA experiments", to appear in the volume "*Proc. of II Int. Conf. Beyond the desert '99*", Castle Ringberg, June 1999.
11. P. Belli, R. Bernabei, C.J. Dai, H.L. He, G. Ignesti, A. Incicchitti, H.H. Kuang, J.M. Ma, F. Montecchia, O.A. Ponkratenko, D. Prospero, V.I. Tretyak, Yu.G. Zdesenko, "New limits on the nuclear level excitation of  $^{127}\text{I}$  and  $^{23}\text{Na}$  during charge nonconservation", *Phys. Rev.* **C60** (1999), 065501.
12. R. Bernabei, P. Belli, R. Cerulli, F. Montecchia M. Amato, G. Ignesti, A. Incicchitti, D. Prospero, C.J. Dai, H.L. He, H.H. Kuang, J.M. Ma, "Investigation on possible diurnal effects induced by Dark Matter particles", *Il Nuovo Cim.* **A112** (1999), 1541.
13. P. Belli, R. Bernabei, C.J. Dai, G. Ignesti, A. Incicchitti, F. Montecchia, O.A. Ponkratenko, D. Prospero, V.I. Tretyak, Yu.G. Zdesenko, "Charge non-conservation restrictions from the nuclear levels excitation of  $^{129}\text{Xe}$  induced by the electron's decay on the atomic shell", *Phys. Lett.* **B465** (1999), 315.
14. P. Belli, R. Bernabei, A. Bottino, F. Donato, N. Fornengo, D. Prospero, S. Scopel, "Extending the DAMA annual modulation region by inclusion of the uncertainties in astrophysical velocities", *Phys. Rev.* **D61** (2000), 023512.
15. P. Belli, R. Bernabei, C.J. Dai, G. Ignesti, A. Incicchitti, F. Montecchia, O.A. Ponkratenko, D. Prospero, V.I. Tretyak, Yu.G. Zdesenko, "Quest for electron decay  $e^- \rightarrow e^-$  with liquid Xenon scintillator", *Phys. Rev.* **D61** (2000), 117301.
16. R. Bernabei, P. Belli, R. Cerulli, F. Montecchia, M. Amato, G. Ignesti, A. Incicchitti, D. Prospero C.J. Dai, H.L. He, H.H. Kuang, J.M. Ma, "Search for WIMP annual modulation signature: results from DAMA/NaI-3 and DAMA/NaI-4 and the global combined analysis", *Phys. Lett.* **B480** (2000), 23.

17. R. Bernabei, P. Belli, R. Cerulli, C. J. Dai, G. Ignesti, A. Incicchitti, F. Montecchia, D. Prospero, Improved limits on WIMP- $^{129}\text{Xe}$  inelastic scattering, ROM2F/2000-05 to appear on New Journal of Physics.

Codice	Esperimento	Gruppo
0048	DAMA	2

<b>Struttura</b>
<b>ROMA II</b>

## 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	118	48	250	8		10	245	351	<b>1030</b>
2002	118	53	240	6		10	200		<b>627</b>
2003	118	53	240	6		10	180		<b>607</b>
2004	118	53	220	12			180		<b>583</b>
2005	118	53	210	6			180		<b>567</b>
2006	118	53	190	6			130		<b>497</b>
2007	113	28	130	6			70		<b>347</b>
2008	30	10	20	20					<b>80</b>
<b>TOTALI</b>	<b>851</b>	<b>351</b>	<b>1500</b>	<b>70</b>		<b>30</b>	<b>1185</b>	<b>351</b>	<b>4338</b>

Note: Si veda l'allegato al modulo EC2 - ROMA II.



Codice	Esperimento	Gruppo
0048	DAMA	2

<b>Struttura</b>
<b>ROMA II</b>

**COMPOSIZIONE DEL GRUPPO DI RICERCA (cont.)**

LAUREANDI Cognome e Nome	Associazione		Titolo della Tesi
	SI	NO	
Nozzoli Francesco Relatore R. Bernabei	<input checked="" type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	Ricerca di particelle candidate come materia oscura dell'universo
Cappella Fabio Relatore R. Bernabei	<input checked="" type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	Ricerca di processi rari con scintillatori molto radiopuri
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	<b>SERVIZI TECNICI</b> Annotazioni
1	Officina Meccanica	2	

**INTERAZIONI CON LE INDUSTRIE (COMMESSE HIGH TECH)**

DENOMINAZIONE	DESCRIZIONE PRODOTTO O COMMESSA
CRISMAREC	Sviluppo e realizzazione di NaI(Tl) altamente radiopuri
ELECTRON TUBES	PMT low radioactivity
OCM	Lavorazioni meccaniche

Codice	Esperimento	Gruppo
0048	DAMA	2

<b>Struttura</b>
<b>ROMA II</b>

<b>REFEREES DEL PROGETTO</b>	
Cognome e Nome	Argomento
Zanotti Luigi	
Testera Gemma	

<b>MILESTONES PROPOSTE PER IL 2001</b>	
Data completamento	Descrizione
12/31/2001	Presenza dati con l'apparato da circa 100Kg NaI(Tl) con la nuova elettronica e DAQ
12/31/2001	Analisi dei dati acquisiti nel ciclo annuale precedente con l'apparato da circa 100Kg NaI(Tl)
12/31/2001	Costruzione nuovi rivelatori NaI(Tl)
12/31/2001	Approvvigionamento e test PMTs ed elettronica per apparato finale da 250 NaI(Tl)
12/31/2003	Presenza dati con lo Xenon arricchito in $^{136}\text{Xe}$
12/31/2001	Presenza dati nell'installazione R&D con prototipi NaI + $^{106}\text{Cd}$ etc.

<b>COMPETITIVITA' INTERNAZIONALE</b>
Vedi allegato 2

<b>LEADERSHIPS NEL PROGETTO</b>	
Cognome e Nome	Funzioni svolte
Bernabei Rita	Responsabile internazionale, nazionale e locale (Roma II)
Prosperi Daniele	Responsabile locale (Roma 1)
Dai Chang Jiang	Responsabile locale (IMEP)

## ALLEGATO 2

### Competitivita' internazionale

#### 1. L'apparato da ~ 100 kg NaI(Tl) e la sua estensione a 250 kg

L'apparato da ~ 100 kg NaI(Tl) e' l'unico apparato al mondo operante in tale campo di grande massa e adeguata sensibilita' da permettere una ricerca efficiente della modulazione annuale del tasso di conteggio indotto da WIMP. Esso, inoltre, date le sue caratteristiche di radiopurezza ha permesso e permette di ricavare risultati significativi anche nello studio di vari processi rari (vedi ad esempio la nostra recente produzione). L'uso di "trigger" particolari ha permesso e potra' ulteriormente permettere anche di migliorare i risultati gia' ottenuti ad es. nella ricerca di SIMPs neutre e di nuclearita' neutre,

L'estensione della massa di tale apparato a 250 kg mediante la realizzazione e l'impiego di nuovi rivelatori piu' radiopuri e l'impiego di nuova elettronica permettera' di aumentare ulteriormente la sensibilita' dell'esperimento nello studio della modulazione annuale e in altri tipi di ricerca di candidati "Dark Matter". Inoltre, come conseguenza, i risultati "by-product" gia' raggiunti e in corso di studio potranno essere ripetuti ottenendo risultati ancora piu' competitivi.

#### 2. L'apparato a Xenon liquido

L'apparato da circa 6.5 kg di Xenon liquido e' l'unico operante da molti anni e, in particolare, e' l'unico che utilizza gas "Kr-free" arricchito in  $^{129}\text{Xe}$ . Esso ha permesso di raggiungere risultati significativi nella ricerca di WIMP mediante la diffusione elastica su nucleo bersaglio e nuovi risultati sulla diffusione anelastica WIMP- $^{129}\text{Xe}$ . Esso, inoltre, date le sue caratteristiche di radiopurezza ha permesso e permette di ricavare risultati significativi anche nello studio di vari processi rari di altra natura (vedi ad esempio la nostra recente produzione).

Attualmente dopo un "upgrading" della linea di purificazione / vuoto / riempimento si stanno per iniziare misure utilizzando Xenon gas "Kr-free" arricchito in  $^{136}\text{Xe}$ . Anche questo rende il nostro rivelatore a scintillazione a Xenon liquido unico al mondo. Non solo si potranno nei prossimi anni realizzare significative misure riguardanti la diffusione elastica e inelastica di WIMPs su  $^{136}\text{Xe}$ , ma anche potranno essere ottenuti nuovi significativi risultati sulla ricerca di altri processi rari.

#### 3. Misure di prototipi e con piccoli apparati nell'installazione R&D

L'apparato denominato "R&D" nella nuova installazione permettera' misure su prototipi e su apparati di piccola scala che permetteranno sia di effettuare studi e sviluppi per migliorare gli apparati esistenti che l'ottenimento di risultati su ricerche realizzate impiegando rivelatori gia' a disposizione (ad es.  $\text{CaF}_2(\text{Eu})$ ,  $\text{CeF}_3$ ,  $\text{BaF}_2$ , etc. cosi' come NaI(Tl) con isotopi particolari (vedi il caso del  $^{106}\text{Cd}$ ).

#### 4. Misure di campioni col Ge di bassa attivita' nel laboratorio sotterraneo

Continueranno le misure di campioni di materiali da utilizzare con il nostro Ge di bassa attivita' installato nel laboratorio di bassa attivita' nel laboratorio sotterraneo gia' da molti anni. Anche la disponibilita' di tale apparato ci permette di poter realizzare in modo ben competitivo apparati di bassa attivita'.

Codice	Esperimento	Gruppo
0048	DAMA	2

<b>Struttura</b>
<b>ROMA II</b>

**Consuntivo anno 1999/2000**

<b>LAUREATI</b>		
Cognome e Nome	Titolo della Tesi	Sbocco professionale
Cerulli Riccardo Laurea in Fisica	Alcuni studi e misure per la ricerca diretta di particelle candidate come materia oscura dell'universo. (luglio 99)	dottorando
Laurea in		
<b>DOTTORI di RICERCA</b>		
Dott in		
<b>PRESENTAZIONI A CONFERENZE SU INVITO E SEMINARI SIGNIFICATIVI</b>		
Relatore	Titolo	Conferenza o luogo
Bernabei	Searching for the Dark Universe by the DAMA experiment	II Int. Conf. Beyond the desert '99, Rindberg Castle
Belli	Dark Matter search with the DAMA experiments at Gran Sasso	TAUP99, Parigi
Bernabei	Searching for signals from the Dark Universe: Recent results from DAMA	LEP2000 + LNF + RM3 + OAR + RM2 + LNGS
Belli	Dark Matter search: DAMA experiment at Gran Sasso	COSMO99, Trieste DM2000, Marina del Rey + Madrid Univ. + BNL - USA
Belli	- Nuovi limiti su processi di decadimento 2b in 40Ca, 46Ca e 106 Cd - Ricerca di particelle di Materia Oscura dell'Universo con l'esp. DAMA a LNGS	SIF99, Pavia
Belli	Cold Dark Matter	ESA - CERN conf.
Bernabei	Signature for signals from the Dark Universe	Sigrav2000, Bonn Univ., Cortona2000, Bologna2000, Garcin-Munich.

Codice	Esperimento	Gruppo
0048	DAMA	2

<b>Struttura</b>
<b>ROMA II</b>

**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)
Crismatec	Cristalli NaI(Tl) con nuova tecnica di purificazione delle polveri	490

Codice	Esperimento	Gruppo
0048	DAMA	2

<b>Struttura</b>
<b>ROMA II</b>

**Consuntivo anno 1999/2000**

<b>MILESTONES RAGGIUNTE</b>	
<b>Data completamento</b>	<b>Descrizione</b>
4/30/2000	Analisi dei dati già raccolti al tempo delle milestones 2000 sia con l'apparato da circa 100Kg NaI(Tl) che con quella a LXe argomenti relativi alla ricerca di Materia Oscura
6/30/2000	Completamento presa dati nuovo ciclo annuale con l'apparato da circa 100 Kg NaI
6/30/2000	Fine test su nuova elettronica e daq ed inizio della sua installazione
6/30/2000	inizio misure con Xenon arricchito in $^{136}\text{Xe}$
6/30/2000	Completamento della disinstallazione e reinstallazione nel nuovo sito dell'apparato R&D per misure con i prototipi e apparati di piccole dimensioni
<p><b>Commento al conseguimento delle milestones</b></p> <p>L'inizio della produzione dei nuovi cristalli è previsto per Marzo 2001 a causa di un ritardo in Crismatec per la realizzazione dell'apparato di purificazione a livello industriale.</p>	

<b>SVILUPPO DI STRUMENTAZIONE INNOVATIVA</b>
<p>Rivelatori NaI(Tl) di elevata radiopurezza con tecniche chimico-fisiche di purificazione delle polveri.                      Altri scintillatori (e.g. <math>\text{CaF}_2(\text{Eu})</math>) di basso fondo.                      PMTs ad elevata radiopurezza.</p>

<b>Ricadute su altri gruppi, sul sistema industriale e su altre discipline</b>
<p>Scintillatori e PMTs di elevata radiopurezza possono trovare applicazione sia nella ricerca fondamentale che nella fisica applicata quale la Fisica Sanitaria.</p>

Codice	Esperimento	Gruppo
0048	DAMA	2

<b>Struttura</b>
<b>ROMA II</b>

## Elenco delle pubblicazioni anno 1999/2000

Pubblicazioni dal giugno 1999 al giugno 2000

1. R. Bernabei et al., "WIMPs search by scintillators: possible strategy for annual modulation search with large-mass highly-radiopure NaI(Tl)", Nucl.Phys. B (Proc. Sup.) 70 (1999), 79.
2. P. Belli et al., "The DAMA experiments: status report", in the volume "Dark Matter in Astrophysics and particle Physics 1998", IOP pub, Phyladelphia (1999), 711.
3. R. Bernabei et al., "Performances of the ~ 100 kg NaI(Tl) set-up of the DAMA experiment at Gran Sasso", Il Nuovo Cim. A112 (1999) 545.
4. P. Belli et al., "New DAMA results on annual modulation searches", in the volume Proc. of the II Int. Workshop on "The identification of Dark Matter", World Scie. ed. (1999), 299.
5. P. Belli et al., "Direct search for Dark Matter particles deep underground", in the volume "3K-Cosmology", AIP pub. (1999), 65.
6. P. Belli et al., "New experimental limit on the electron stability and non-paulian transitions in Iodine atoms", Phys. Lett. B460 (1999), 235.
7. P. Belli et al., "New limits on spin-dependent coupled WIMPs and on 2b processes in 40Ca and 46Ca by using low radioactive CaF2(Eu) crystal scintillators", Nucl. Phys. B563 (1999), 97.
8. R. Bernabei et al., "Extended limits on neutral SIMPs and nuclearities from NaI(Tl) scintillators", Phys. Rev. Lett 83 (1999), 4918.
9. R. Bernabei, "Dark matter searches", in the volume "Proceed. of the 8-th Int. Workshop on Neutrino Telescopes", edited by M. Baldo-Ceolin, Papergraf ed., vol. II (1999), 239.
10. P. Belli et al., "Searching for the Dark Universe by the DAMA experiments", to appear in the volume "Proc. of II Int. Conf. Beyond the desert '99", Castle Ringberg, June 1999.
11. P. Belli et al., "New limits on the nuclear level excitation of 127I and 23Na during charge nonconservation", Phys. Rev. C60 (1999), 065501.
12. R. Bernabei et al., "Investigation on possible diurnal effects induced by Dark Matter particles", Il Nuovo Cim. A112 (1999), 1541.
13. P. Belli et al., "Charge non-conservation restrictions from the nuclear levels excitation of 129Xe induced by the electron's decay on the atomic shell", Phys. Lett. B465 (1999), 315.
14. P. Belli et al., "Extending the DAMA annual modulation region by inclusion of the uncertainties in astrophysical velocities, Phys. Rev. D61 (2000), 023512.
15. P. Belli et al., "Quest for electron decay  $e^- \rightarrow e$  with liquid Xenon scintillator", Phys. Rev. D61 (2000), 117301.
16. R. Bernabei et al., "Search for WIMP annual modulation signature: results from DAMA/NaI-3 and DAMA/NaI-4 and the global combined analysis", Phys. Lett. B480 (2000), 23.
17. R. Bernabei et al., "Improved limits on WIMP-129Xe inelastic scattering", ROM2F/2000-05 to appear on New Journal of Physics.

Codice	Esperimento	Gruppo
0048	DAMA	2

<b>Struttura</b>
<b>ROMA I</b>

 Ricercatore responsabile locale:  
Daniele Prosperi
**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	20 mesi/uomo presso L.N.G.S.	30												
	Estero	Contatti scientifici; riunioni con collaboratori stranieri; contatti con ditte (Crismatec, Bicron, Electron Tube Ltd), conferenze	18	<b>18</b>											
Materiale Consumo		Metabolismo apparati (filtri, componenti vuoto, getters, riparazioni, tute, guanti, tappeti, soprascarpe, prodotti chimici, componentistica, etc..) 16 PMT 9302 BFL	35 65	<b>100</b>											
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.		Manutenzione Leybold per apparato LXe	10	<b>10</b>											
Materiale Inventariabile		Mod.per apparato 250Kg NaI(Tl): 2 discr. ottali (9ML)+ 2 TFA (17ML) 2 interfaccia VXI-GPIB (12ML) + 4 ADC 2249W(38ML) 1 interfaccia CAMAC -GPIB 2 moduli per blocking time (5ML) + 4 coincidenze (24ML) 1 scala CAMAC sensori 2 I/O Register	26 50 10 29 6 5 7	<b>133</b>											
Costruzione Apparati															
<b>Totale</b>				<b>291</b>											
Note:															

Vedi allegato modulo EC2 di DAMA - Roma2 (responsabile nazionale)

**ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE**

Preventivo per l'anno **2001**

Codice	Esperimento	Gruppo
0048	DAMA	2

<b>Struttura</b>
ROMA I

**ALLEGATO MODELLO EC 2**

Codice	Esperimento	Gruppo
0048	DAMA	2

<b>Struttura</b>
<b>ROMA I</b>

**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	30	18	100			10	133		<b>291</b>
2002	30	18	100			10	80		<b>238</b>
2003	30	18	100			10	80		<b>238</b>
2004	30	18	80				80		<b>208</b>
2005	30	18	80				80		<b>208</b>
2006	30	18	70				50		<b>168</b>
2007	25	8	50				30		<b>113</b>
2008	10	5							<b>15</b>
<b>TOTALI</b>	<b>215</b>	<b>121</b>	<b>580</b>			<b>30</b>	<b>533</b>		<b>1479</b>

**Note:**

Si veda anche allegato al modulo EC2 di Roma2

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
0048	DAMA	2

<b>Struttura</b>
<b>ROMA I</b>

**Consuntivo anno 1999/2000**

<b>LAUREATI</b>		
Cognome e Nome	Titolo della Tesi	Sbocco professionale
Laurea in		
<b>DOTTORI di RICERCA</b>		
Dott in		
<b>PRESENTAZIONI A CONFERENZE SU INVITO E SEMINARI SIGNIFICATIVI</b>		
Relatore	Titolo	Conferenza o luogo
A. Incicchitti	"Searching for dark matter in the universe: latest Dama results"	Sez Roma - 31/3/2000
A. Incicchitti	"Searching for dark matter in the universe: latest Dama results"	SISSA - Trieste, 11/4/2000
A. Incicchitti	"Searching for signals from the dark universe"	Frontier objects in astrophys. and particle phys. - Vulcano, maggio 2000

Codice	Esperimento	Gruppo
0048	DAMA	2

<b>Struttura</b>
<b>ROMA I</b>

**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)
CRISMATEC	Realizzazione cristalli per apparato da 250 Kg di NaI(Tl)	150 (1999) + 230 (2000)
ELECTRON TUBE	III parte R&D PMT	46 (1999) + 62 (2000 sj)

Esperimento

gruppo

Rappresentante nazionale

Struttura res\_naz

nuovo continua

**DAMA**

2

R. BERNABEI

ROMA 2

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	
L.N.G.S.	Personale													
	Ricercatori		Tecnologi			Tecnici			Servizi mesi uomo					
	FTE		FTE			FTE								
	<b>Rapporti (FTE/numero) Ricercatori</b>						<b>Ricercatori+Tecnologi</b>							
	di cui sj													
	Totali													
	di cui sj													
<b>Richieste/(FTE ricercatori+tecnologi)</b>														
ROMA1	Personale													
	Ricercatori		Tecnologi			Tecnici			Servizi mesi uomo					
	FTE		FTE			FTE								
			2,0			1,0								
			1,9			0,1								
	<b>Rapporti (FTE/numero) Ricercatori</b>						<b>Ricercatori+Tecnologi</b>							
			0,95			0,95								
DAMA		30		18	100					10	133		291	
di cui sj														
Totali		30		18	100					10	133		291	
di cui sj														
<b>Richieste/(FTE ricercatori+tecnologi)</b>						<b>153,16</b>								
ROMA2	Personale													
	Ricercatori		Tecnologi			Tecnici			Servizi mesi uomo					
	FTE		FTE			FTE								
			6,0			1,0								
			4,0			1,0			2,0					
	<b>Rapporti (FTE/numero) Ricercatori</b>						<b>Ricercatori+Tecnologi</b>							
			0,67			0,67								
DAMA		88		30	150		8				112	351	739	
di cui sj														
Totali		88		30	150		8				112	351	739	
di cui sj														
<b>Richieste/(FTE ricercatori+tecnologi)</b>						<b>184,75</b>								

Esperimento

gruppo

Rappresentante nazionale

Struttura res. naz

nuovo continua

**DAMA**

2

R. BERNABEI

ROMA 2

continua

STF.	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
<b>TOTALI</b>													
	Totale	118		48	250		8			10	245	351	1030
	di cui sj												
<b>Confronto con il modello EC4</b>													
	Mod. EC4 dati	118		48	250		8			10	245	351	1030
	Totale-Dati EC4												
<b>Personale</b>													
	Ricercatori	<b>8,0</b>		Tecnologi			Tecnici	<b>2,0</b>			Servizi mesi uomo		
	FTE	<b>5,9</b>		FTE			FTE	<b>1,1</b>				<b>2,0</b>	
	<b>Rapporti (FTE/numero) Ricercatori</b>				<b>0,74</b>		<b>Ricercatori+Tecnologi</b>				<b>0,74</b>		
	<b>Richieste/(FTE ricercatori+tecnologi)</b>						<b>174,58</b>						