



<b>Struttura</b>	<b>Gruppo</b>
<b>L.N.S.</b>	<b>5</b>
<b>Coordinatore:</b> Santo Gammino	

**COMPOSIZIONE DEI GRUPPI DI RICERCA: B)-TECNOLOGI**

Componenti del Gruppo e ricerche alle quali partecipano:

N.	Cognome e Nome	Qualifica		RICERCHE DEL GRUPPO IN %										Percentuale impegno in altri Gruppi				Altri impegni	
		Dipendenti		Incarichi	Nemo5	Candido	Eclisse	Scri-Ba	Lascar										
		Ruolo	Art23	Assoc. Tecnologica													I		II
1	Celona Luigi		Tecn			20													
2	Ciavola Giovanni	D.T.				10													
3	Menna Mariano		Tecn																
4	Papaleo Riccardo			Bors.												50			
5	Raia Guido	I Tecn				20										50			
6	Rovelli Alberto	Tecn				30				70									
7	Santoro Corrado			Dott.						50									
8	Silvestri Monia			Bors.															
9	Winkler Martin		Tecn																

Note:

1) PER I DIPENDENTI:

Indicare il profilo INFN

2) PER GLI INCARICHI DI ASSOCIAZIONE:

Indicare Ente da cui dipendono, Bors. T.) Borsista Tecnologo



<b>Struttura</b>	<b>Gruppo</b>
<b>L.N.S.</b>	<b>5</b>

**PREVISIONE DELLE SPESE DI DOTAZIONE E GENERALI DI GRUPPO**

Dettaglio della previsione delle spese del Gruppo che non afferiscono ai singoli Esperimenti e per l'ampliamento della Dotazione di base del Gruppo

**In ML**

VOCI DI SPESA		DESCRIZIONE DELLA SPESA	IMPORTI											
			Parziali	Totale Compet.										
Viaggi e Missioni	Interno	Riunioni	8	8										
	Eestero	Partecipazione a conferenze R&D per sviluppo acceleratori ad alta intensità per H2+	7 4	11										
Materiale di Consumo		Consumi di laboratorio	12	12										
Spese Seminari			5	5										
Trasporti e facch.														
Pubblicazioni Scientifiche			1	1										
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 Manutenzione Apparecchiature (1)														
Materiale Inventariabile		Alimentatore HV 35 KV -20 mA	20	20										
<b>TOTALI</b>				<b>57</b>										

(1) Indicare tutte le macchine in manutenzione

<b>Struttura</b>	<b>Gruppo</b>
<b>L.N.S.</b>	<b>5</b>

## PREVISIONE DELLE SPESE PER LE RICERCHE

RIEPILOGO DELLE SPESE PREVISTE PER LE RICERCHE DEL GRUPPO

**In ML**

SIGLA ESPERIMENTO		SPESA PROPOSTA										
		Miss. interno	Miss. estero	Mater. di cons.	Spese Semin.	Trasp. e Facchin.	Pubbl. Scient.	Spese Calc.	Aff. e Manut. App.	Mater. Invent.	Costruz. Appar.	TOT. Compet.
<b>A) Esperimenti o Iniz. Specifiche Gr. IV in Corso</b>	Nemo5											
	Candido	10	10	14					40			<b>74</b>
	Eclisse	2	8	50					45			<b>105</b>
	Scri-Ba	3	6							9		<b>18</b>
	Lascar	15	8	20						40		<b>83</b>
<b>Totali A)</b>		<b>30</b>	<b>32</b>	<b>84</b>					<b>85</b>	<b>49</b>	<b>280</b>	
<b>B) Esperimenti o Iniz. Spec. Gr. IV da Iniziare</b>												
<b>Totali B)</b>												
<b>C) Dotazioni di Gruppo</b>		<b>8</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>5</b>		<b>1</b>		<b>20</b>		<b>57</b>	
<b>Totali (A+B+C)</b>		<b>38</b>	<b>43</b>	<b>96</b>	<b>5</b>		<b>1</b>		<b>105</b>	<b>49</b>	<b>337</b>	

Codice	Esperimento	Gruppo
1231	Nemo5	5

<b>Struttura</b>
<b>L.N.S.</b>

Ricercatore  
responsabile locale: Piattelli Paolo

**Rappresentante  
Nazionale:** Migneco Emilio

Struttura di  
appartenenza: LNS

Posizione nell'I.N.F.N.: Inc. Ric.

<b>INFORMAZIONI GENERALI</b>	
<b>Linea di ricerca</b>	Elettronica di basso consumo per il telescopio sottomarino per neutrini.
<b>Laboratorio ove si raccolgono i dati</b>	
<b>Sigla dello esperimento assegnata dal Laboratorio</b>	
<b>Acceleratore usato</b>	
<b>Fascio (sigla e caratteristiche)</b>	
<b>Processo fisico studiato</b>	
<b>Apparato strumentale utilizzato</b>	Strumentazione elettronica di laboratorio per progetto , costruzione e misure di apparati analogici e digitali.
<b>Sezioni partecipanti all'esperimento</b>	Bologna, Catania, Roma 1
<b>Istituzioni esterne all'Ente partecipanti</b>	
<b>Durata esperimento</b>	1 anno (prolungamento)

Codice	Esperimento	Gruppo
1231	Nemo-5	5

<b>Struttura</b>
L.N.S.

**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								
	Estero								
Materiale Consumo									
Trasp.e facch.									
Spese Calcolo	Consorzio	Ore CPU	Spazio Disco	Cassette	Altro				
Affitti e manutenz. apparecchiati.									
Materiale Inventariabile									
Costruzione Apparati									
<b>Totale</b>									
Note:									

Codice	Esperimento	Gruppo
1231	Nemo-5	5

**Struttura**

L.N.S.

**ALLEGATO MODELLO EC 2**



Codice	Esperimento	Gruppo
1231	Nemo5	5

<b>Struttura</b>
<b>L.N.S.</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
<b>TOTALI</b>									

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
1231	Nemo5	5

<b>Struttura</b>
<b>L.N.S.</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.	
BOLOGNA	20	5	25						50	0
CATANIA	12	14	26						52	0
ROMA 1	16		15	1					32	0
										0
										0
										0
										0
										0
<b>TOTALI</b>	<b>48</b>	<b>19</b>	<b>66</b>	<b>1</b>					<b>134</b>	<b>0</b>

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

Note:

Codice	Esperimento	Gruppo
1231	Nemo5	5

<b>Struttura</b>
<b>L.N.S.</b>

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

vedi relazione allegata

**B) ATTIVITA' PREVISTA PER L'ANNO 2001**
**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
1999	104	6	287	24			365	15	<b>801</b>
2000	82	26	212	20		5	44		<b>389</b>
<b>TOTALE</b>	<b>186</b>	<b>32</b>	<b>499</b>	<b>44</b>		<b>5</b>	<b>409</b>	<b>15</b>	<b>1190</b>

Codice	Esperimento	Gruppo
1231	Nemo5	5

<b>Struttura</b>
<b>L.N.S.</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
<b>TOTALI</b>									

Note:



Codice	Esperimento	Gruppo
1231	Nemo-5	5

<b>Struttura</b>
<b>L.N.S.</b>

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

<b>LAUREANDI</b> 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	<b>SERVIZI TECNICI</b> Annotazioni

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

DENOMINAZIONE	DESCRIZIONE PRODOTTO O COMMESSA

Codice	Esperimento	Gruppo
1231	Nemo-5	5

<b>Struttura</b>
<b>L.N.S.</b>

<b>REFEREES DEL PROGETTO</b>	
Cognome e Nome	Argomento
S. R. Amendolia	
F. De Notaristefani	
G. Salina	

<b>MILESTONES PROPOSTE PER IL 2001</b>	
Data completamento	Descrizione

<b>COMPETITIVITA' INTERNAZIONALE</b>

<b>LEADERSHIPS NEL PROGETTO</b>	
Cognome e Nome	Funzioni svolte

Codice	Esperimento	Gruppo
1231	Nemo-5	5

<b>Struttura</b>
<b>L.N.S.</b>

**Consuntivo anno 1999/2000**

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



Codice	Esperimento	Gruppo
1231	Nemo-5	5

<b>Struttura</b>
<b>L.N.S.</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)

Codice	Esperimento	Gruppo
1231	Nemo-5	5

<b>Struttura</b>
<b>L.N.S.</b>

**Consuntivo anno 1999/2000**

<b>MILESTONES RAGGIUNTE</b>	
<b>Data completamento</b>	<b>Descrizione</b>
1-12-2000	Completamento e posa della stazione di fondo sul sito di Capo Passero
<b>Commento al conseguimento delle milestones</b>	

<b>SVILUPPO DI STRUMENTAZIONE INNOVATIVA</b>
Progetto e realizzazione di uno strumento per la misura della distribuzione angolare della luce diffusa in acqua (sezione di Catania) Progetto e realizzazione di uno strumento per la misura della lunghezza di attenuazione della luce in acqua (NERONE) (sezione di Cagliari e LNF)

<b>Ricadute su altri gruppi, sul sistema industriale e su altre discipline</b>

Codice	Esperimento	Gruppo
1231	Nemo-5	5

<b>Struttura</b>
<b>L.N.S.</b>

**Elenco delle pubblicazioni anno 1999/2000**

1. A.Capone per la collaborazione NEMO, "Site characterisation for a Km<sup>3</sup> scale deep underwater astrophysical Neutrino Observatory in the Mediterranean Sea", proceedings delle 26th International Cosmic Ray Conference, Contr. Paper, 9 1999, Volume 2 Page 444
2. T.Montaruli per la collaborazione NEMO, "Capabilities of an Underwater Detector as a Neutrino Telescope and for the Neutrino Oscillation Search", proceedings delle 26th International Cosmic Ray Conference, Contr. Paper, 9 1999, Volume 2 Page 448
3. D.LoPresti on behalf of NEMO Collaboration, "Low Power Electronics for a Submarine Neutrino Detector", Proc. TAUP Conf., Paris, 6-10 Sept. 1999
4. C. De Marzo on behalf of NEMO Collaboration, "Feasibility Studies for a Mediterranean Neutrino Observatory - The NEMO.RD Project", Proc. TAUP Conf., Paris, 6-10 Sept. 1999
5. L.Pappalardo, C.Petta, G.V.Russo on behalf of NEMO Collaboration, "An instrument to measure the scattering effect on the Cherenkov light for a neutrino underwater telescope", Proc. TAUP Conf., Paris, 6-10 Sept. 1999
6. G.Riccobene on behalf of NEMO Collaboration", Proc. NNN99 Workshop, Stony Brook, N.Y., Sept. 1999

## NEMO - Rapporto di attività 1999-2000

La Collaborazione NEMO ha un programma di attività biennale (1999-2000) di ricerca e sviluppo mirato alla realizzazione di un apparato Cerenkov sottomarino per la rivelazione di neutrini di altissima energia ( $>1$  TeV), di origine galattica e/o extragalattica. Come si sa tale apparato deve essere di grande superficie (è definito usualmente il "km<sup>3</sup>") e deve essere opportunamente schermato dalla radiazione atmosferica. In particolare il programma prevede:

- studio delle proprietà ottiche ed oceanografiche di siti sottomarini (vicini alle coste italiane), mirate alla ricerca di un sito candidato all'installazione del km<sup>3</sup>;
- studio e progettazione di elettronica di basso consumo per la trasmissione dei dati dei circa 10000 PMT necessari;
- studio della migliore disposizione geometrica dei PMT, della conseguente meccanica di supporto e delle possibilità di posizionamento e recupero della struttura.

Inoltre, ci si è anche impegnati per la creazione di una collaborazione internazionale che avesse come obiettivo la realizzazione di un apparato sottomarino da 1 km<sup>3</sup>. A tal proposito negli ultimi mesi del 1999 è stato avviato un programma di collaborazione con il gruppo ANTARES. Questo programma prevede una partecipazione italiana alla realizzazione di un apparato dimostratore con un'area efficace di 0.1 km<sup>2</sup> a Tolone (Francia) e la creazione di gruppi di lavoro comuni per lo studio di problematiche relative alla realizzazione del km<sup>3</sup>. Le modalità di tale accordo sono in corso di definizione (saranno discusse con le Commissioni Scientifiche Nazionali in occasione delle prossime richieste di bilancio) ma tale collaborazione è già in atto con la partecipazione di ricercatori di NEMO ed ANTARES a gruppi di lavoro comune.

Nel 1999 per quanto riguarda la ricerca e lo studio di siti sottomarini sono state eseguite misure ottiche ed oceanografiche per caratterizzare i siti di Ponza, Ustica, Alicudi e Capo Passero. A queste misure hanno partecipato le sezioni di Roma, Catania e LNS in collaborazione con l'Osservatorio Geofisico Sperimentale di Trieste, l'Istituto Talassografico di Messina (CNR), l'Istituto per l'Oceanografia Fisica di La Spezia (CNR), l'Istituto di Biologia del Mare di Venezia (CNR) e l'Istituto Nazionale di Geofisica.

Le misure ottiche hanno fornito (nel blu) per il sito di Capo Passero una lunghezza di assorbimento della luce superiore a 70 m ed una lunghezza di attenuazione superiore a 40 m. Nella zona di Capo Passero è stata inoltre identificata una vasta area (a circa 50 miglia dalla costa) in cui le correnti marine (valor medio  $\sim 3$  cm/s), il tasso di sedimentazione (20 mg/(m<sup>2</sup>\*giorno)) e di "biofouling" sembrano essere ottimali per la costruzione del km<sup>3</sup>. Altre misure sono ancora in corso per verificare l'eventuale dipendenza stagionale dei vari parametri misurati.

Si è lavorato all'allestimento di un apparato per la misura del "rumore ottico" prodotto, alla profondità di 3300 m, dalla luce Cerenkov originata da elettroni provenienti dal decadimento dell'isotopo radioattivo <sup>40</sup>K e dalla bioluminescenza. Alcune misure preliminari già compiute, utilizzando un'elettronica sviluppata in passato dal gruppo di Roma nell'ambito del progetto NESTOR, ci hanno già permesso di valutare l'ordine di grandezza dei due contributi ed alcune loro proprietà (durata, ampiezza del segnale, frequenza). Queste misure ci hanno inoltre permesso di progettare uno strumento di misura (attualmente in costruzione) che contiamo di utilizzare entro l'anno, capace di misurare tali proprietà per tempi lunghi e, soprattutto, in condizioni simili a quelle dell'esperimento finale.

Uno strumento per la misura assoluta della lunghezza di trasmissione della luce in acqua, mediante misure a diverse distanze, è stato progettato dai gruppi di Cagliari e LNF. Un prototipo è stato costruito e testato in laboratorio, dando buoni risultati. In seguito si è passati alla progettazione di un sistema da alta profondità.

Le attività di studio e progettazione di elettronica hanno coinvolto le Sezioni di Bologna, Catania e Roma.

Presso la Sezione di Roma è stato intrapreso lo studio del collegamento modulo ottico-concentratore per consentire uno scambio dei dati a banda più larga rispetto a quanto ipotizzato in precedenza. Altro obiettivo pure raggiunto, è stato l'aumento della lunghezza del collegamento tra i suddetti moduli. Queste variazioni rispetto alle ipotesi iniziali sono scaturite da una miglior conoscenza della "rate" di fondo dovuta al  $^{40}\text{K}$  e da una ipotesi significativa relativa alla meccanica dell'intero apparato. Si è progettato un canale a 10 Mbit/s con una speciale codifica a modulazione di ritardo (Miller code) che consente la massima velocità di trasmissione sulla banda assegnata; un canale di "slow control" a 300Kbit/s che consente anche il trasporto del clock di sistema con il minimo "jitter" possibile (0.5 %); il lancio e la successiva distribuzione della potenza attualmente necessaria all'intero modulo ottico (~20 W). Tutte queste caratteristiche sono state raggiunte su di un singolo cavo coassiale standard (RG-58) di lunghezza pari ad 1km, anziché alcune centinaia di metri come ipotizzato all'inizio.

Il gruppo di microelettronica della Sezione di Catania ha completato il disegno di una memoria LIRA da 256 locazioni a due canali, 200 MHz di sampling e 10 MHz in lettura. Sono stati inoltre progettati un PLL 20-200 MHz e un T&STC con le prestazioni previste. Questi tre oggetti saranno inviati alla Silicon Foundry nel primo RUN del 2000. Un particolare sforzo è stato fatto perché si è utilizzata una tecnologia nuova (0.35 micron) e perché è stato incluso anche un PLL non previsto. È stata acquistata la parte base della strumentazione prevista per il test della memoria.

Il gruppo di Bologna ha completato la definizione delle specifiche del modulo DP&TU (Data Processing and Transmission Unit) che riceve i dati dalla microelettronica di front-end attraverso un ADC, per inviarli, tramite cavo coassiale, al concentratore. La DP&TU provvede allo scambio dei segnali di sincronismo fra l'elettronica di front-end e quella del concentratore ed inoltre all'impaccamento, codifica, memorizzazione e trasmissione dei dati proveniente dall'ADC unitamente ai quelli che permettono la determinazione temporale dell'evento. In questa fase sono state studiate, diverse soluzioni relative alla modalità di "impaccamento e codifica dei dati" al fine di trovare il migliore compromesso fra la dimensione del buffer e il tempo morto dell'apparato. È quindi iniziata la fase di progettazione in VHDL della rete logica che soddisfa le specifiche sopra indicate e che verrà implementata in un chip che verrà realizzato in tecnologia 0.7  $\mu\text{m}$ . Contemporaneamente è in fase avanzata di progettazione, utilizzando lo stesso VHDL di cui sopra, una FPGA per dare maggiore flessibilità, in questa fase di studio, al progetto onde potere apportare modifiche in tempi rapidi se nuove esigenze lo richiederanno. È inoltre iniziato lo studio della scheda che dovrà contenere l'elettronica della DP&TU il convertitore A/D e gli altri componenti necessari per potere testarne il corretto funzionamento.

Presso la Sezione di Catania è stata progettata e costruita una dark-room da 3.3 mc per test su fototubi di grande area, dotata di un sistema di movimentazione e di una sorgente laser blu a 400 nm per la mappatura del catodo dei PM. La camera è stata testata con dei PM per controllare la tenuta di luce. Già iniziate le misure di tre PM da 8", 10" e 14". Si sta mettendo

a punto il sistema d'acquisizione automatico.

Per quanto riguarda l'attività del gruppo di software notevoli passi avanti sono stati compiuti nella stima dell'efficienza (di solito per tali apparati si parla di "area efficace di rivelazione") e della risoluzione angolare del futuro detector in funzione delle possibili scelte per la disposizione geometrica dei moduli ottici. I risultati ottenuti, sebbene preliminari visto il continuo sforzo nel migliorare la simulazione degli eventi e la loro ricostruzione, permettono di valutare le capacità di scoperta dell'apparato e di guidare lo studio delle varie soluzioni per la meccanica di supporto del detector. Questo lavoro ha visto una stretta collaborazione fra i gruppi di Bari, Catania, Messina, Roma/LNF, LNS e Firenze.

Per quanto riguarda lo sviluppo di software di simulazione sono state apportate delle modifiche al codice esistente che hanno migliorato la simulazione della distribuzione angolare della luce emessa dagli sciami elettromagnetici generati dai muoni ed ottimizzato il risultato sulla risoluzione angolare dell'attuale procedura di fit delle tracce.

Per quanto riguarda la luce emessa dagli sciami, sono stati effettuati confronti fra i risultati del Montecarlo parametrizzato (veloce) e quello basato sul tracciamento completo di tutte le particelle (lento). Il risultato ha mostrato un accordo accettabile per questa fase degli studi che però dovrà essere migliorato per analisi più approfondite, e ad energie maggiori.

È stato migliorato il tracciamento di muoni di altissima energia.

È stata sviluppata una prima versione, non interattiva, di un programma di display degli eventi generati dal programma di simulazione.

Utilizzando il Montecarlo veloce sono stati affrontati diversi problemi, in particolare:

- confronto fra le prestazioni, in termini di aree efficaci e risoluzione angolare, fra diversi schemi di apparato: strutture a reticolo omogeneo o a torri concentrate. È iniziato lo studio della dipendenza dell'efficienza angolare dell'apparato in funzione della sua forma geometrica;
- effetto della soglia dei fotomoltiplicatori sulla efficienza di rivelazione e ricostruzione, in funzione dell'energia;
- efficienze di ricostruzione, risoluzione angolare e topologia degli eventi per decenni di energia dei muoni da 0.1 TeV a 1 PeV;
- prime definizioni di un "trigger" da realizzare hardware per limitare il flusso di dati, originati prevalentemente dal decadimento del  $^{40}\text{K}$ , dall'apparato alla stazione di terra e suoi effetti sulla efficienza di rivelazione di eventi reali.

Si sono presi contatti, coordinati dalla sede di Bari, con imprese specializzate nel settore delle attività sottomarine per effettuare uno studio di fattibilità sulle strutture meccaniche e le tecniche di deployment e manutenzione dell'apparato. A tal proposito è stata avviata una gara che è stata aggiudicata ad un consorzio di imprese italiane che opererà in stretta collaborazione con l'INFN.

Codice	Esperimento	Gruppo
1216	Candido	5

<b>Struttura</b>
<b>L.N.S.</b>

Ricercatore  
responsabile locale: **Cuttone Giacomo**

**Rappresentante Nazionale:** **G. CUTTONE**

Struttura di appartenenza: **LNS**

Posizione nell'I.N.F.N.: **I RIC.**

<b>INFORMAZIONI GENERALI</b>	
<b>Linea di ricerca</b>	RIVELATORI
<b>Laboratorio ove si raccolgono i dati</b>	L.N.S., LNL , Sez. Fi., ISS, Dip. Fisiopat.. Clinica Univ. Fi. , Univ. Cattolica Roma
<b>Sigla dello esperimento assegnata dal Laboratorio</b>	CANDIDO
<b>Acceleratore usato</b>	TANDEM e C.S. LNS
<b>Fascio (sigla e caratteristiche)</b>	Protoni 30 - 70 MeV elettroni 22 MeV
<b>Processo fisico studiato</b>	Studio delle proprietà fisico-chimiche del diamante per la dosimetria clinica con fasci di protoni.
<b>Apparato strumentale utilizzato</b>	
<b>Sezioni partecipanti all'esperimento</b>	LNS,LNL, Sez. FI, Gruppo coll. Sanità
<b>Istituzioni esterne all'Ente partecipanti</b>	
<b>Durata esperimento</b>	3 anni

Codice	Esperimento	Gruppo
1216	Candido	5

<b>Struttura</b>
<b>L.N.S.</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	Contatti scientifici all'interno dell'esperimento					10	<b>10</b>	
	Estero	Partecipazione a congresso e visita PSI					10	<b>10</b>	
Materiale Consumo	Diamanti commerciali on-line .					4	<b>14</b>		
	Materiale di consumo per elettronica					10			
Trasp.e facch.									
Spese Calcolo	Consorzio	Ore CPU	Spazio Disco	Cassette	Altro				
Affitti e manutenz. apparecchiati.									
Materiale Inventariabile	Elettronica di lettura dosimetro on-line 16-32 canali					40	<b>40</b>		
Costruzione Apparati									
<b>Totale</b>							<b>74</b>		
Note:									



Codice	Esperimento	Gruppo
1216	Candido	5

Struttura
L.N.S.

**ALLEGATO MODELLO EC 2**

Codice	Esperimento	Gruppo
1216	Candido	5

<b>Struttura</b>
<b>L.N.S.</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	10	10	14				40		74
<b>TOTALI</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>14</b>				<b>40</b>		<b>74</b>

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
1216	Candido	5

<b>Struttura</b>
<b>L.N.S.</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.	
FIRENZE	12	20	40				35		<b>107</b>	<b>0</b>
L.N.L.	7	8	30						<b>45</b>	<b>0</b>
L.N.S.	10	10	14				40		<b>74</b>	<b>0</b>
ROMA1	10	10	18						<b>38</b>	<b>0</b>
<b>TOTALI</b>	<b>39</b>	<b>48</b>	<b>102</b>				<b>75</b>		<b>264</b>	<b>0</b>

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

Note:

Codice	Esperimento	Gruppo
1216	Candido	5

<b>Struttura</b>
<b>L.N.S.</b>

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

vedi relazione allegata  
[http://Insammpc2.Ins.infn.it/preventivi2001/LNS\\_allegati/candidoduemila.pdf](http://Insammpc2.Ins.infn.it/preventivi2001/LNS_allegati/candidoduemila.pdf)

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

vedi relazione allegata  
[http://Insammpc2.Ins.infn.it/preventivi2001/LNS\\_allegati/candidoduemila.pdf](http://Insammpc2.Ins.infn.it/preventivi2001/LNS_allegati/candidoduemila.pdf)

**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
1999	23	16	73				51	4	<b>167</b>
2000	25	16	88				30		<b>159</b>
<b>TOTALE</b>	<b>48</b>	<b>32</b>	<b>161</b>				<b>81</b>	<b>4</b>	<b>326</b>

Codice	Esperimento	Gruppo
1216	Candido	5

<b>Struttura</b>
<b>L.N.S.</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	39	48	102				75		<b>264</b>
<b>TOTALI</b>	<b>39</b>	<b>48</b>	<b>102</b>				<b>75</b>		<b>264</b>

Note:





Codice	Esperimento	Gruppo
1216	Candido	5

<b>Struttura</b>
L.N.S.

<b>REFEREES DEL PROGETTO</b>	
Cognome e Nome	Argomento

<b>MILESTONES PROPOSTE PER IL 2001</b>	
Data completamento	Descrizione
30 giugno 2001	caratterizzazione dosimetrica on-line diamante CVD in fasci di convenzionali
31 dicembre 2001	caratterizzazione dosimetrica on-line diamante CVD in fasci di protoni

<b>COMPETITIVITA' INTERNAZIONALE</b>

<b>LEADERSHIPS NEL PROGETTO</b>	
Cognome e Nome	Funzioni svolte



Codice	Esperimento	Gruppo
1216	Candido	5

<b>Struttura</b>
<b>L.N.S.</b>

**Consuntivo anno 1999/2000**

<b>LAUREATI</b>		
Cognome e Nome	Titolo della Tesi	Sbocco professionale
Laurea in		
Laurea in		
Laurea in		
Laurea in		
Laurea in		
<b>DOTTORI di RICERCA</b>		
Dott in		
Dott in		
Dott in		
Dott in		
<b>PRESENTAZIONI A CONFERENZE SU INVITO E SEMINARI SIGNIFICATIVI</b>		
Relatore	Titolo	Conferenza o luogo
S. Sciortino	Characterization of CVD Diamond Dosimeters in on-line configuration	SAMBA- Siegen (D)
: Bruzzi	Characterization of CVD Diamond films as radiation detectors for dosimetric applications	IEEE 99-Seattle (USA)

Codice	Esperimento	Gruppo
1216	Candido	5

<b>Struttura</b>
<b>L.N.S.</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)

Codice	Esperimento	Gruppo
1216	Candido	5

<b>Struttura</b>
<b>L.N.S.</b>

**Consuntivo anno 1999/2000**

<b>MILESTONES RAGGIUNTE</b>	
<b>Data completamento</b>	<b>Descrizione</b>
31 dicembre 1999	caratterizzazione materiale. studio risposta dosimetrica TSC. Studio risposta diamante naturale
30 giugno 2000	caratterizzazione materiale. Studio risposta TL. Primi studi risposta on-line
<b>Commento al conseguimento delle milestones</b>	

<b>SVILUPPO DI STRUMENTAZIONE INNOVATIVA</b>

<b>Ricadute su altri gruppi, sul sistema industriale e su altre discipline</b>
Dosimetria clinica in radioterapia con fasci esterni.

Codice	Esperimento	Gruppo
1216	Candido	5

<b>Struttura</b>
<b>L.N.S.</b>

**Elenco delle pubblicazioni anno 1999/2000**

Vd relazione

## CANDIDO

Il progetto CANDIDO è stato approvato dalla commissione nazionale scientifica V dell'INFN per il triennio 99-01 come collaborazione fra LNS, LNL, sezione di Firenze e gruppo collegato di Sanità. CANDIDO ha come obiettivo lo studio delle proprietà fisico-chimiche e dosimetriche di rivelatori a diamante sintetici cresciuti con tecniche di tipo CVD (Chemical Vapour Deposition). Lo studio dosimetrico viene compiuto sia impiegando tecniche di misura on-line che off-line in termoluminescenza (TL) e corrente termicamente stimolata (TSC). I risultati ottenuti fino a giugno 2000 sono di seguito riportati.

Sono stati acquisiti dai LNS e dalla sezione di Firenze campioni di diamanti cresciuti in CVD delle dimensioni di 5 x 5 x 0.3 mm prodotti dalla DeBeers. Le metallizzazioni per i contatti sono state realizzate presso la DRUKKER.

Presso la sezione di Firenze (Dipartimento di Energetica DEF) è stato realizzato un nuovo sistema di sintesi progettato per produrre film di diamante con alta purezza composizionale e bassa densità di difetti strutturali. E' attualmente in corso l'ottimizzazione del processo CVD al fine di ottenere prototipi di dosimetri prodotti all'interno della collaborazione. Il sistema di deposizione sviluppato in CANDIDO è innovativo rispetto al primo sistema sviluppato presso la sezione di Firenze e realizzato nell'ambito dell'esperimento IDDD, e presenta le seguenti novità: il sistema è stato realizzato per alto vuoto, dotato di flussimetri in grado di controllare piccole percentuali (0.1 %) di metano in idrogeno, dotato di un alimentatore stabilizzato in grado di trasferire alla scarica una potenza dell'ordine di 7-8 kW. Per quanto riguarda la prima innovazione, essa è resa necessaria dal fatto che la realizzazione di film di alta purezza richiede una estrema pulizia della camera di deposizione. Il sistema è progettato e realizzato in modo da poter procedere ad uno stadio, preparatorio alla deposizione, di riscaldamento (150 C) delle pareti della camera di deposizione in condizioni di alto vuoto, realizzate da una pompa turbomolecolare (10<sup>-8</sup> Torr) in serie con una pompa primaria. In questo modo si ottiene il distacco dei gas adsorbiti alle pareti interne e le condizioni necessarie di pulizia delle stesse.

L'utilizzo di flussimetri elettronici consente di arrivare a basse concentrazioni (frazioni del percento) di metano in idrogeno, che è la condizione necessaria per ottenere film di diamante in cui siano assenti fasi di carbonio grafite (legame  $sp^2$ ) e quindi sia alta la qualità elettrica del materiale prodotto.

Inoltre la concentrazione delle specie attive chimicamente è maggiore tanto maggiore è la potenza trasferita ai gas reagenti. Si è partiti con una scarica tra gli elettrodi del sistema di deposizione di 2.5 A per una tensione di 1 kV. In queste condizioni sono stati sintetizzati film di diamante a diverse concentrazioni di metano in idrogeno (1-4%) che sono stati successivamente caratterizzati come dosimetri on-line ed off-line. Recentemente si è portato la potenza della scarica a circa 5kW e si prevede in tempi brevi di raggiungere valori di 7kw circa, tramite modifiche al sistema di alimentazione. Oltre questo ultimo valore di potenza si è limitati dalla possibilità di raffreddamento del substrato su cui cresce il diamante (montato sull'anodo). Infatti mentre la temperatura dei gas reagenti deve essere la massima possibile (dell'ordine di 5000 K), il substrato deve essere mantenuto a circa 1000 C in condizioni ottimali. La maggiore efficienza dovuta agli aumenti di potenza consentirà di diminuire la concentrazione di metano e di ottenere quindi film di qualità migliore. La risposta termoluminescente dei campioni verrà studiata al variare dei parametri di deposizione.

Si prevede anche l'automatizzazione del sistema, resa necessaria dal fatto che i campioni di più alta qualità sono ottenuti a concentrazioni di metano molto basse e quindi a bassa velocità di crescita. Per deposizioni della durata di qualche giorno occorre utilizzare un sistema di controllo dei flussimetri regolato da un trasduttore capacitivo di pressione. Tale sistema aggiusta il flusso del gas variandolo continuamente, in modo da mantenere la pressione totale in camera costante e quindi la temperatura e la potenza trasferita alla scarica, ottenendo in questo modo condizioni di lavoro stabili. Sarà inoltre necessario dotarsi di un leak-detector adeguato alla verifica delle condizioni di alto vuoto necessarie alla procedura di pulizia della camera di deposizione. Tale strumento verrà impiegato per le deposizioni di più alta qualità insieme alle guarnizioni in rame ad alta tenuta. Per le deposizioni di prova si continuerà ad utilizzare guarnizioni in Viton per le flange del sistema.

Inoltre si prevede di studiare la risposta termoluminescente con il drogaggio con boro, mediante l'aggiunta di una linea di flusso per il diborano (B<sub>2</sub>H<sub>6</sub>). L'effetto del drogaggio con il boro come verrà spiegato nel seguito, sembra quello di aumentare linearità e sensibilità della risposta termoluminescente.

Sono stati caratterizzati mediante Secondary Ion Mass Spectrometry (SIMS), presso il Dipartimento di Fisica dell'Università di Padova, campioni di film di diamante preventivamente studiati come dosimetri termoluminescenti. Lo scopo era quello di determinare la presenza in traccia di azoto e boro, che sono i droganti principali del diamante ed hanno un ruolo importante nel fenomeno della termoluminescenza. Per la realizzazione di queste misure sono stati trattati dei diamanti mediante impiantazione ionica di boro e di azoto in modo da rendere quantitativa l'analisi elementale SIMS. Le misure della concentrazione di azoto sono attualmente in corso, quelle sul boro hanno permesso di determinare una concentrazione dell'ordine di 1 ppma in uno dei campioni esaminati.

Tale campione risulta uno dei più efficienti termoluminescenti tra quelli del gruppo studiato, fornito dalla De Beers Industrial Diamonds (UK) ltd. La presenza del boro migliora la linearità della risposta termoluminescente del diamante e ne aumenta l'intensità perché il boro compensa i livelli profondi all'interno del bandgap dovuto ad impurezze di azoto che sono deleterie per la risposta termoluminescente. Lo studio svolto ed in corso d'opera è quindi fondamentale per una miglior comprensione del ruolo delle impurezze nel funzionamento dei dosimetri off-line.

#### *Caratterizzazione Dosimetrica On-Line Diamante naturale*

Abbiamo effettuato la caratterizzazione di alcuni dosimetri a diamante naturale della PTW ai fasci di protoni di bassa energia disponibili presso il LNS, al fascio terapeutico di protoni da 60 MeV del CCO (Clatterbridge, UK) ed a fasci convenzionali (fotoni ed elettroni) presso l'Ospedale di Catania ed il Careggi di Firenze.

## **Protoni fino a 27 MeV**

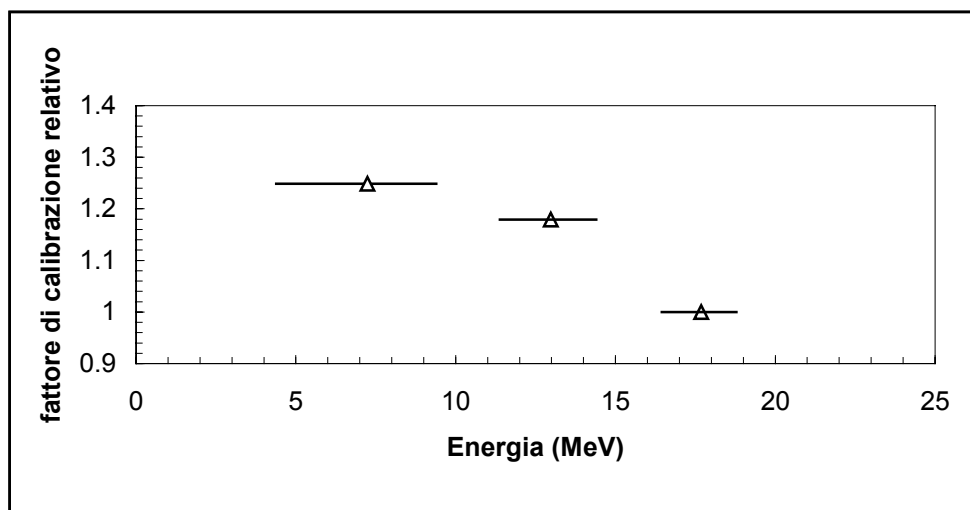
Il diamante utilizzato ha uno spessore del volume sensibile di 260  $\mu\text{m}$ , che corrispondono a circa 1 mm di acqua. I parametri in studio sono stati: linearità, riproducibilità, dipendenza dal rateo di dose, dipendenza dal LET, influenza delle dimensioni. Le misure sono state eseguite sia in un fantoccio ad acqua progettato e realizzato presso la Sanità che in aria. Abbiamo utilizzato fasci di protoni con energia variabile fra 8.3 e 21.5 MeV alla superficie del rivelatore. Come dosimetro di riferimento è stata utilizzata una camera a ionizzazione piatta Markus.

Nell'intervallo (1-6) Gy la risposta del diamante è risultata lineare con scarti inferiori all'1%. La riproducibilità, valutata come coefficiente di variazione di più misure ripetute in irraggiamenti successivi alla stessa dose, è risultata inferiore all'1%. Tale valore è sicuramente idoneo per misure in fasci terapeutici. Si è evidenziata una leggera dipendenza dal rateo di dose pari a circa 1.5% nel range (1-6) Gy/min.

Le misure di dose in profondità sono state eseguite in acqua con un fascio da 21.5 MeV. I dati sono stati confrontati con misure con camera Markus. Si evidenziano uno spostamento del picco ed una sua modifica di forma così come una sottostima della dose. Gli effetti osservati sono dovuti sia alle dimensioni del rivelatore (che è troppo spesso rispetto al range dei protoni) che alla dipendenza dal LET del diamante. I due effetti sono intimamente connessi in questo tipo di misure ed i due contributi non possono essere valutati separatamente.

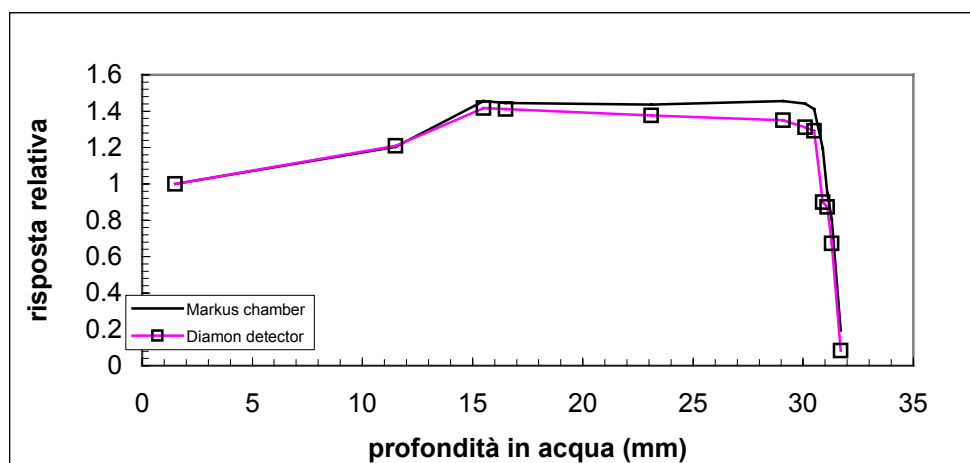
Per mettere in evidenza la dipendenza dal LET le misure sono state effettuate in aria con il campione posto in un opportuno alloggiamento senza materiali interposti. In questo modo il rivelatore è posto essenzialmente nella zona di plateau del picco e gli effetti delle dimensioni possono essere, in prima approssimazione, trascurati. In queste condizioni è stato determinato il fattore di taratura del diamante in funzione dell'energia dei protoni.

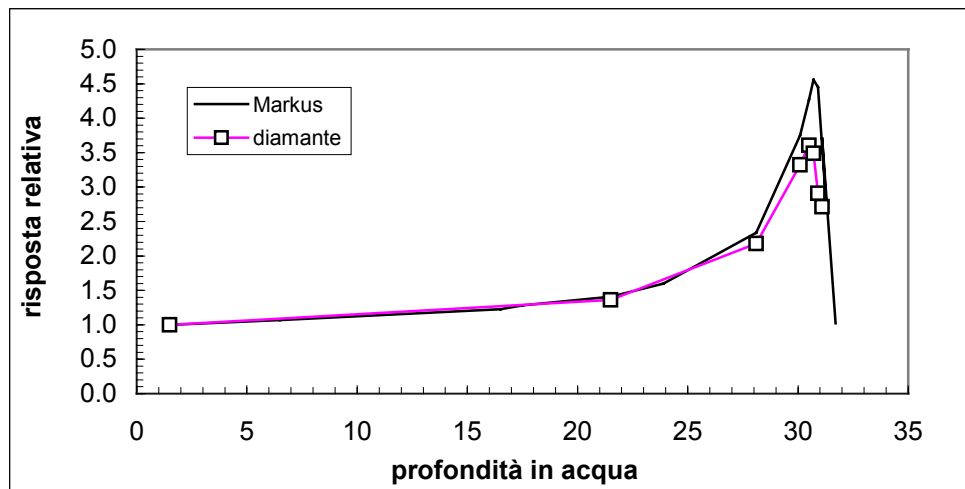




### Protoni, fascio terapeutico

Le misure sono state eseguite presso il CCO utilizzando lo stesso diamante usato al LNS. Sono state eseguite misure di linearità a diverse profondità in acqua in fascio non modulato per determinare il fattore di calibrazione del diamante a diverse energie dei protoni nell'intervallo 15-60 MeV. Sono state inoltre effettuate misure di picchi modulati e non e confrontati con la camera di riferimento Markus.





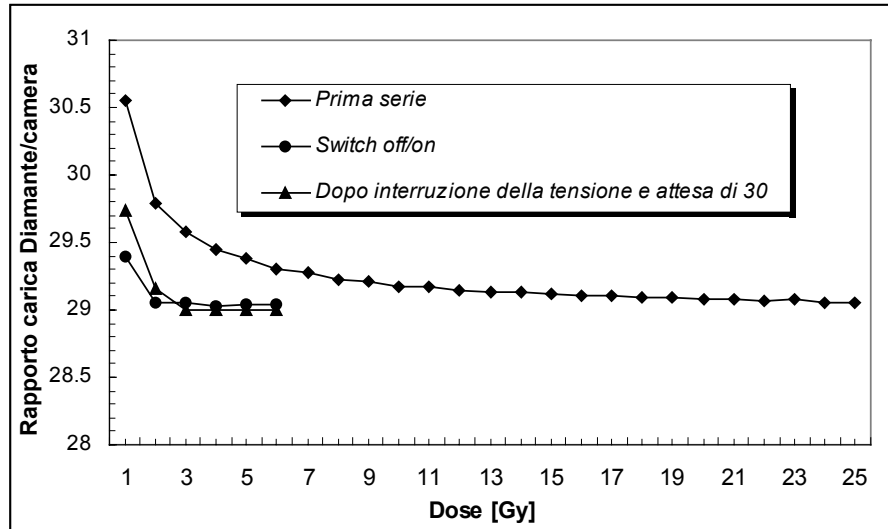
A causa dell'aumento del fattore di calibrazione con l'energia dei protoni, si è evidenziata una sottostima della dose al picco. E' in corso di elaborazione un formalismo dosimetrico che consenta misure di dose con diamante PTW attraverso l'uso di opportuni fattori correttivi.

### **Fasci terapeutici convenzionali**

E' stato effettuato uno studio estensivo delle proprietà del diamante naturale confrontando la risposta di due diversi diamanti PTW a fasci di fotoni nel range 5-25 MV e a fasci di elettroni nel range 4-22 MeV. L'obiettivo era non solo quello di analizzare le proprietà del diamante naturale ma anche quello di verificare l'omogeneità di risposta dei diamanti PTW che provengono da una rigorosa selezione di qualità.

E' di fondamentale importanza per la determinazione dell'incertezza nella misura di dose, conoscere la stabilità di risposta del rivelatore. E' stata infatti evidenziata una diminuzione iniziale della risposta all'aumentare della dose assorbita di circa il 10% fino a raggiungere un plateau a 5 Gy per un rivelatore e di circa il 20% per una dose di 15 Gy per l'altro. In entrambi i rivelatori, dopo che questi sono stati stabilizzati con un

irraggiamento preliminare alle dosi richieste, la stabilità del segnale è eccellente essendo dell'ordine dello 0.1 - 0.2%. E' necessario fornire la dose iniziale di stabilizzazione ogni volta che viene tolta l'alimentazione al rivelatore.



La risposta del rivelatore è risultata lineare per tutti i fasci e le energie utilizzate, ma è stata messa in evidenza una leggera perdita di sensibilità all'aumentare del rateo di dose. L'utilizzo del diamante in fasci diversi e di diversa energia richiede la conoscenza dell'efficacia relativa rispetto al fascio di calibrazione. Le misure fin qui effettuate non hanno evidenziato alcuna differenza nella risposta per fotoni di alta energia. Sono ancora

in corso misure su fasci di elettroni. Le misure preliminari disponibili non evidenziano alcuna dipendenza dall'energia del fascio.

Per un determinato rateo di dose, la corrente del rivelatore dipende dalla temperatura a cui questo si trova. Le misure effettuate nell'intervallo 10-40 °C evidenziano una diminuzione del segnale con la temperatura di circa 0.5%/ °C.

Infine, sono state fatte una serie di misure per studiare le variazioni di risposta del rivelatore al variare dell'angolo di incidenza del fascio. Non si sono evidenziate variazioni per rotazioni trasversali all'asse del rivelatore, mentre si sono riscontrate variazioni fino al 2 % per rotazioni nel piano dell'asse.

#### CARATTERIZZAZIONE PRELIMINARE DIAMANTE CVD

I LNS e il gruppo collegato di Sanità hanno avviato lo studio dell'elettronica di lettura on-line per il rivelatore a diamante sintetico CVD. Al fine di conoscerne le caratteristiche elettriche, LNS e sezione di Firenze hanno effettuato delle misure preliminari su un campione De Beers dotato di una singola metallizzazione studiandone la risposta su fasci di elettroni da 20 MeV, presso il Dipartimento di Fisiopatologia Clinica (DFC) dell'Università di Firenze e protoni da 62 MeV presso il Clatterbridge Center for Oncology di Clatterbridge (UK). Tali misure sono propedeutiche allo studio dosimetrico dettagliato che sarà eseguito su campioni commerciali dotati di una matrice di contatti. Tali campioni sono già disponibili presso i Laboratori Nazionali del Sud dov'è in corso lo sviluppo dell'elettronica di lettura.

#### A) MISURE *ON-LINE* SU FASCI DI ELETTRONI E PROTONI

Il rivelatore a diamante viene posto in un apposito portacampione di PMMA. Esso è stato irraggiato con elettroni da 20 MeV con un rateo di dose di 2 e 4 Gy/min e con fotoni e protoni con diversi valori del rateo di dose da 1 Gy/min a 11 Gy/min.

La corrente di fondo del rivelatore a diamante in studio è stata misurata sotto vuoto in funzione della polarizzazione ad esso applicata tra 0V e 400V. Il risultato mostra un andamento abbastanza lineare, indicando la ohmicità dei contatti almeno fino a tensioni non troppo elevate. Dalla pendenza della caratteristica I-V di buio e dalla conoscenza delle dimensioni del rivelatore è possibile risalire al valore della resistività specifica del

cristallo. E' stato ricavato il valore  $\rho = 3.5 \cdot 10^{15} \Omega\text{cm}$  alla temperatura di 24 °C. Tale valore risulta essere confrontabile con quelli ricavati da altri autori per diamanti naturali:  $10^{12} - 10^{14}$  [Fowler 1966],  $10^{14}$ , [Champion F., 1956],  $10^{15}$  [Kozlov S. et al., 1977].

Nella Figura 1 è mostrata la misura della corrente in funzione della tensione nella regione da -1000V a 1000V per il campione commerciale. La misura è stata effettuata durante irraggiamento con elettroni da 20 MeV e rateo di dose di 2 Gy/min. Dalla figura si osserva che l'andamento della corrente è simmetrico per tensioni opposte. Si osserva inoltre che la derivata rispetto alla tensione della funzione I(V) diminuisce all'aumentare di questa fino a circa 300V, corrispondente a un campo elettrico di 0.45 V/ $\mu\text{m}$ , mentre rimane approssimativamente costante per tensioni superiori.

Questo è consistente con la saturazione della velocità dei portatori liberi per questi valori di campo elettrico. Per la caratterizzazione di questo campione come dosimetro *on-line* abbiamo scelto la tensione di 400V, corrispondente alla regione in cui la pendenza della curva caratteristica corrente-tensione assume il valore minimo.

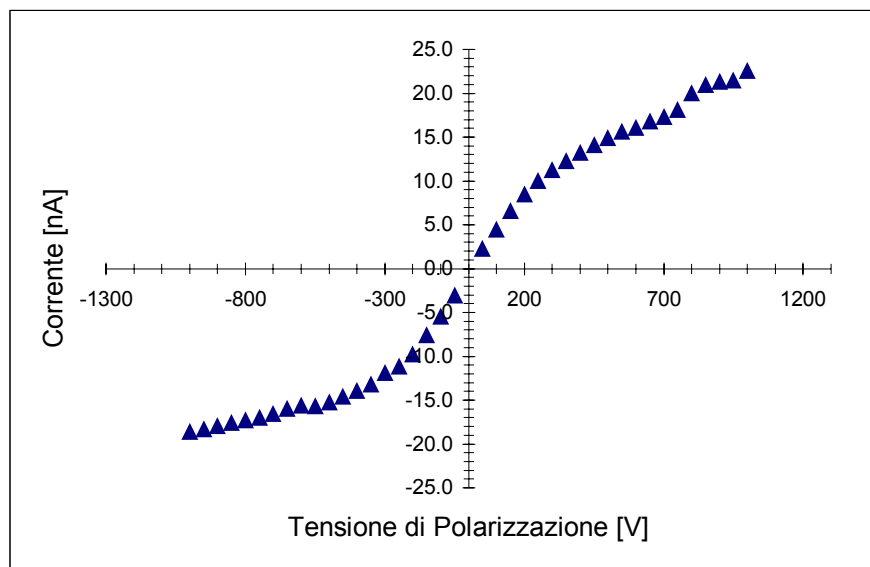


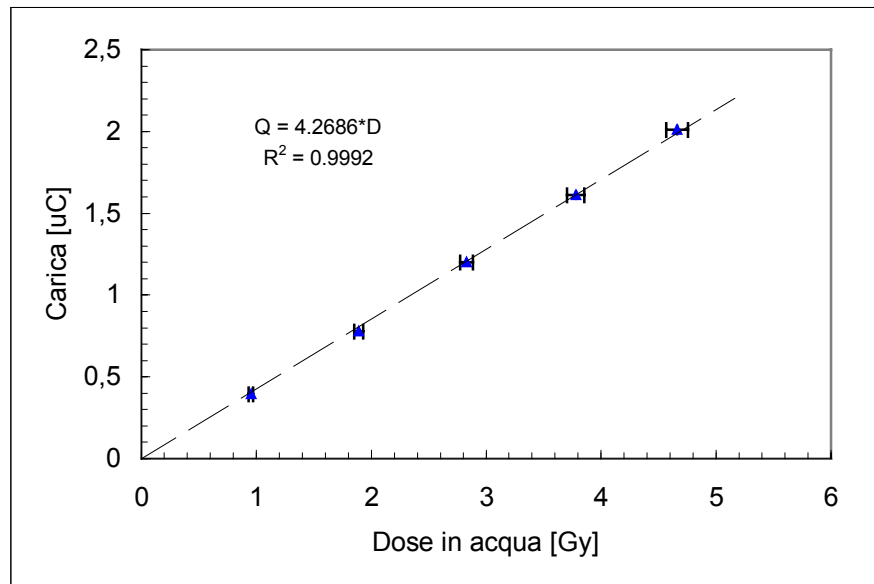
Figura 1: corrente in funzione della tensione per un campione di diamante CVD commerciale

Sono state effettuate misure di preirraggiamento con un fascio di elettroni e rateo di dose di 4 Gy/min. Si osserva che, se il campione ha trascorso un tempo sufficiente lungo senza

essere irraggiato, la corrente cresce all'aumentare della dose assorbita. Dopo un pre-irraggiamento di circa 15 Gy il valore della fotocorrente si stabilizza ad un valore costante di 27.9 nA. Effetti simili sono stati osservati in letteratura durante misure di raccolta di carica (ccd) su rivelatori di particelle al diamante: un irraggiamento preliminare rende maggiore il segnale di circa un fattore due (*effetto pumping*). Questo effetto è stato spiegato considerando che l'irraggiamento preliminare consente di passivare le trappole presenti nel materiale che altrimenti agiscono intrappolando i portatori liberi. Poiché queste trappole sono profonde, per renderle di nuovo attive è necessario un riscaldamento del campione o comunque un prolungato tempo di non irraggiamento.

Tale comportamento osservato per un diamante CVD è completamente opposto a quello che viene riscontrato nel diamante naturale. Per quest'ultimo, nella fase iniziale, la corrente tende infatti a diminuire fino a stabilizzarsi dopo una dose assorbita di circa 10 Gy.

Sono state effettuate misure di corrente in funzione del tempo per il campione commerciale, durante irraggiamento con elettroni e rateo di dose di 3.74 Gy/min, per diversi tempi di esposizione corrispondenti a diversi valori della dose assorbita.



**Figura 2: risposta del film di diamante commerciale in funzione della dose assorbita da elettroni da 20 MeV**

Integrando la carica raccolta agli elettrodi durante ogni fase di irraggiamento, è possibile ricavare l'andamento della risposta del rivelatore, come carica integrata nel tempo, in funzione della dose assorbita. I dati così ottenuti in Figura 2 insieme con la corrispondente curva di regressione lineare e il valore del coefficiente di regressione.

Dai dati ottenuti è possibile ricavare la sensibilità del nostro rivelatore in termini di carica raccolta per unità di dose assorbita e di volume sensibile irraggiato. La sensibilità è risultata essere pari a 426 nC/Gy. Considerando il valore del volume sensibile del campione di 4.6 mm<sup>3</sup> si ottiene una sensibilità specifica di 90 nC/Gymm<sup>3</sup>. E' interessante confrontare questo valore con la sensibilità di una camera a diamante naturale PTW (650 nC/Gymm<sup>3</sup> per elettroni e fotoni) e con quella di una camera a ionizzazione di tipo Farmer (0.033 nC/Gymm<sup>3</sup>).

E' stata studiata per lo stesso campione la dipendenza della corrente indotta dalla radiazione al variare del rateo di dose, nell'intervallo compreso tra 1 Gy/min e 8 Gy/min, per irraggiamento con un fascio di fotoni da 6 MV.

Osservando i risultati si nota una leggera tendenza alla saturazione della risposta man mano che il dose rate aumenta. Tale tendenza è stato osservato da vari autori nella

risposta di diamanti naturali. Non ci sorprende che un comportamento simile sia presente anche in diamanti cresciuti artificialmente.

Per evidenziare questo comportamento è riportato nella stessa Figura 5 la curva di regressione lineare insieme alla sua espressione analitica, calcolata per i primi quattro punti fino al valore di 3.05 Gy/min del dose rate ed estrapolando quindi la stessa fino ai valori più elevati. In questo modo è evidente l'abbassamento dei valori di corrente per dose rate maggiori di 4 Gy/min rispetto l'andamento iniziale a bassi dose rate.

I dati sperimentali completi possono essere ben fittati utilizzando una funzione di regressione semi empirica della forma esponenziale:

$$I = I_{\text{dark}} + R \cdot D_r^\Delta \quad \text{Eq. 1}$$

Questa funzione di regressione ha un significato fisico chiaro legato al fattore  $\Delta$  che compare nell'esponenziale e che esprime la deviazione dalla linearità dei punti sperimentali. Un valore di  $\Delta$  maggiore di uno esprime una sovrilinearità della risposta, minore di uno, come nel nostro caso, una sottolinearità e quindi un andamento verso la saturazione. Il coefficiente  $I_{\text{dark}}$  della Equazione 1 dà il valore della corrente che il diamante, polarizzato, produce anche in assenza di radiazione. La curva di regressione espressa dalla (1) è mostrata ancora in Figura 5 insieme alla sua espressione analitica e al valore del coefficiente di correlazione lineare corrispondente.

Il valore trovato per il parametro  $\Delta$  è in accordo con quello ricavato da altri autori. In Tabella 1 sono riportati alcuni dei risultati trovati in proposito

RADIAZIONE	AUTORE	RIVELATORE	$\Delta$
<b>Elettroni 20 MeV</b>	<b>Laub U, 1999</b>	<b>Diamante naturale</b>	<b>0.963</b>
<b>Fotoni 20 MV</b>	<b>Laub U., 1997</b>	<b>Diamante naturale</b>	<b>0.963</b>
<b>Fotoni 6 MV</b>	<b>Hoban W.</b>	<b>Diamante naturale</b>	<b>0.92</b>
<b>Fotoni 20 MV</b>	<b>Planskoy B.</b>	<b>Diamante naturale</b>	<b>0.98</b>



<b>Fotoni 6 MV</b>	<b>Nostre misure</b>	<b>Diamante sintertico</b>	<b>0.980</b>
<b>Fotoni 6 MV</b>	<b>Nostre misure</b>	<b>Diamante naturale</b>	<b>0.979</b>
<b>Fotoni 6 MV</b>	<b>Nostre misure</b>	<b>Diamante naturale</b>	<b>0.988</b>

**Tabella 1: confronto dei valori del coefficiente  $\Delta$  tra il campione in studio e dati di letteratura per diamanti naturali**

## **B) MISURE SU *ON-LINE* FASCI DI PROTONI**

Una analisi della risposta *on-line* dello stesso campione è stata condotta utilizzando un fascio di protoni da 62 MeV.

Come nel caso delle altre radiazioni, è stata innanzi tutto verificata, dopo un preliminare irraggiamento e polarizzando il campione a 400 V, la stabilità della risposta in corrente del rivelatore. Sono state acquisite dieci curve I-t, ciascuna corrispondente alla dose assorbita di 1 Gy, e su ognuna è stata valutata la corrente media e la deviazione standard che è risultata essere dello 0.8 %. Dallo stesso set di misure è stato possibile valutare la riproducibilità a breve termine della risposta del diamante, intesa come riproducibilità nella carica raccolta in ogni irraggiamento a parità di dose: per essa è stato stimato un valore dell'0.9%. A questo punto è stata acquisita una curva di caratteristica I-V variando la tensione di polarizzazione tra -800 V e +800 V. Tale curva ha un andamento del tutto simile a quella ottenuta per fasci di elettroni. Anche qui non è presente una zona piatta e la zona di minor gradiente è raggiunta intorno ai 400 V che è la tensione che abbiamo scelto a questo punto per effettuare le restanti misure.

Tutte queste misure sono state effettuate con un dose rate del fascio di protoni pari a 4,73 Gy/min

Siamo dunque passati alla misura della risposta del campione al variare della dose assorbita da 0.7 Gy a 11.36 Gy e al dose rate costante di 9.47 Gy/min.

Gli errori sulla dose sono del 2%.

Il valore della sensibilità, in termini di carica per unità di dose assorbita, è risultato essere 264 nC/Gy. Tale valore è circa la metà di quello ottenuto con i fasci di elettroni. Tale diminuzione di sensibilità, non è purtroppo imputabile direttamente all'utilizzo di radiazioni differenti. Al momento della misura con protoni, infatti, la metallizzazione su una delle superfici del campione risultava abbondantemente rovinata: la superficie utile alla raccolta delle cariche era dunque minore e quindi più bassa risulta la sensibilità del rivelatore. Al momento di tale misura la superficie della metallizzazione era circa la metà di quella originaria; il volume sensibile del rivelatore corrispondente a tale superficie è  $2.28 \text{ mm}^3$  e la sensibilità specifica risulta essere pari a circa  $100 \text{ nC/Gy mm}^3$ , molto vicina a quella ottenuta con gli elettroni. D'altro canto elettroni da 20 MeV e protoni da 62 MeV presentano praticamente lo stesso LET, e non ci si aspetterebbero quindi, almeno in linea teorica, grosse differenze nella risposta del diamante.

L'andamento della risposta in corrente dello stesso campione che è stata ottenuta variando il dose rate del fascio di protoni da 2.2 Gy/min a 9.47 Gy/min. Anche in questo caso si nota una tendenza alla saturazione quando il dose rate della radiazione incidente supera il valore di 4 Gy/min.

Effettuando la regressione dei dati con la funzione data dall'Equazione 1 ricaviamo il valore del fattore  $\Delta$  che misura il grado di sublinearità della risposta: abbiamo trovato  $\Delta = 0.971$  confrontabile con quello ottenuto per i fotoni.

### **C) CARATTERIZZAZIONE DOSIMETRICA OFF-LINE**

Presso la sezione di Firenze è stata effettuata la modifica del lettore TL per la lettura di diamanti sintetici CVD commerciali.

L'analisi in TL dei campioni è stata effettuata utilizzando un lettore di tipo Harshaw 5500 (presso l'Azienda Ospedaliera Careggi): l'intervallo di temperature considerato è compreso tra 50 °C e 350 °C con una rampa lineare di riscaldamento di 2 °C/s. L'integrale totale della curva di emissione è stato considerato come segnale TL.

Questa fase della ricerca ha comportato la caratterizzazione dosimetrica di campioni di diamante sintetico CVD commerciale (De Beers Industrial Diamond Division) e di diamante CVD realizzato presso il Dipartimento di Energetica con tecnica propria.

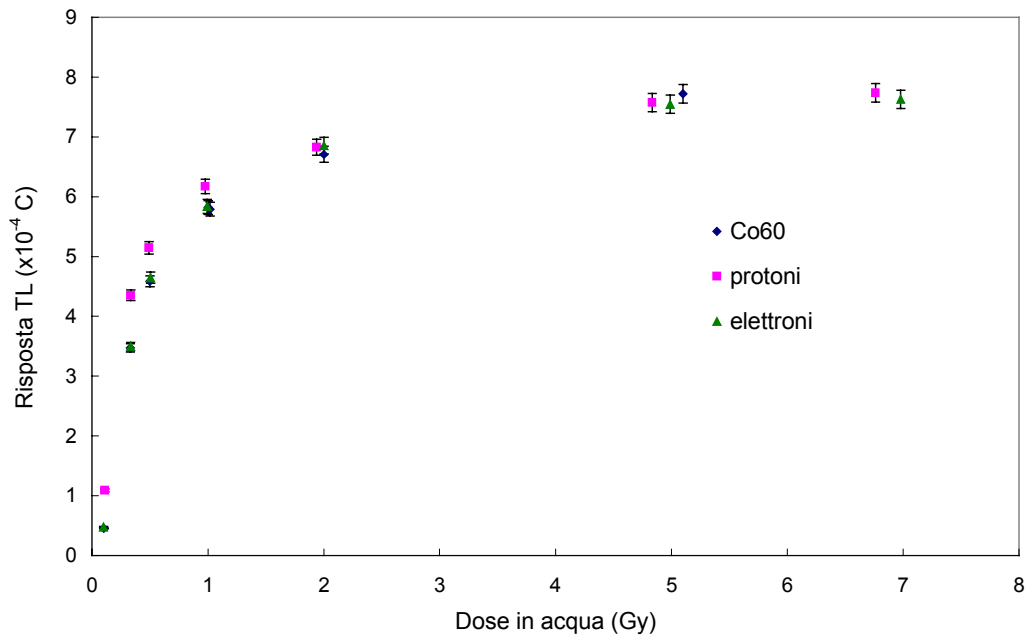
Per quanto riguarda lo studio della risposta in termoluminescenza sono stati utilizzati due lettori Harshaw 2000 e 3500, rispettivamente disponibili presso il Dipartimento di Fisiopatologia Clinica dell'Università degli Studi di Firenze ed i Laboratori Nazionali del Sud (INFN, Catania). E' stato infatti abbandonato l'utilizzo del lettore Harshaw 5500, utilizzato nella fase precedente, in quanto essendo uno strumento usato per la routine dosimetrica dei LiF, non consente la modifica di alcun parametro di funzionamento e neppure dell'alloggiamento per i campioni.

E' stato completato lo studio 'off-line' in termoluminescenza dei due campioni commerciali non al meglio dello stato dell'arte, come evidenziato dallo studio in spettroscopia Raman. E' stata quindi confrontata la riproducibilità della risposta TL e il suo andamento con la dose con fasci di elettroni da 20 MeV da Linac e di fotoni da <sup>60</sup>Co. Per entrambi i campioni si osserva un intervallo di linearità fino a circa 3 Gy.

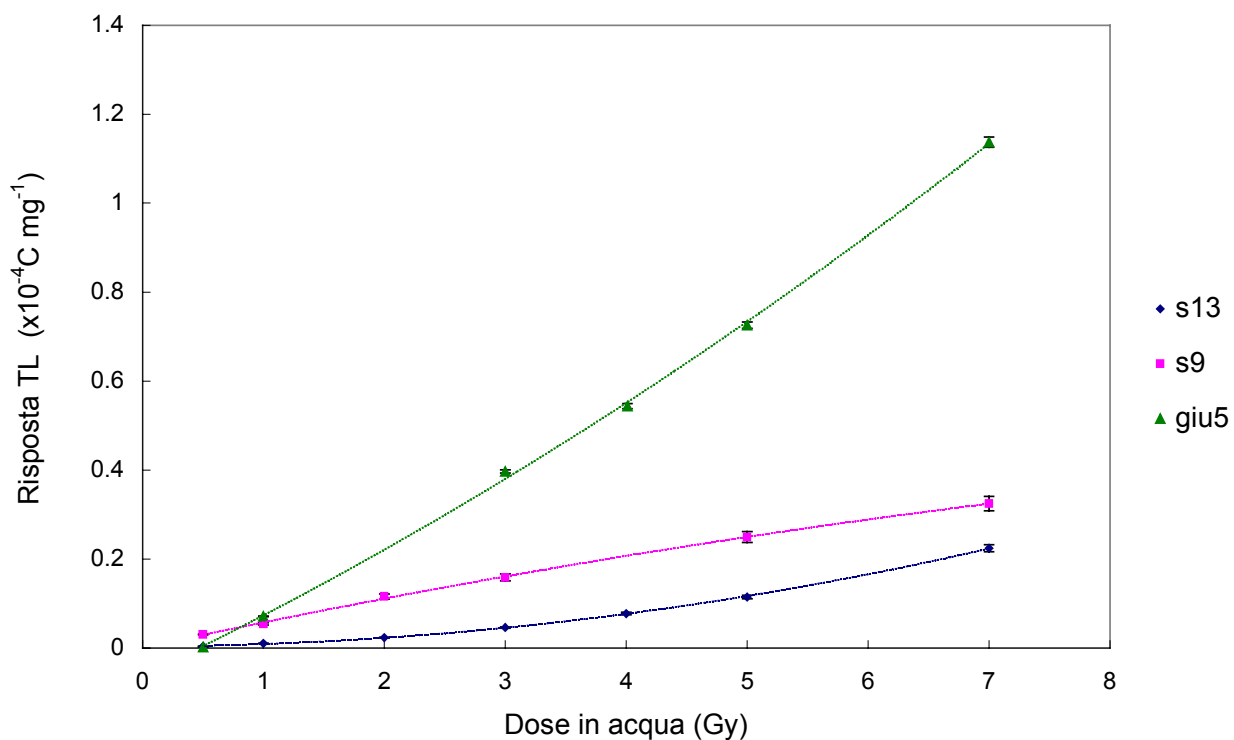
In seguito all'acquisizione di un set di 6 campioni al meglio dello stato dell'arte, è stato condotto lo studio strutturale con spettroscopia Raman, che ne ha confermato le caratteristiche di alta purezza. Sono quindi state eseguite misure sia di riproducibilità della risposta TL tra campioni (scarto massimo 6%) che di ripetibilità per uno stesso campione (standard deviation 2%). E' stato osservato il fading termico a 40 giorni (14%). In questo caso è stato studiato il comportamento della risposta TL vs dose, sia per

elettroni di energia nominale 20 MeV da Linac sia per fotoni da sorgente di  $^{60}\text{Co}$ , sia per protoni di energia 26 MeV da TANDEM. E' stata inoltre studiato l'andamento della sensibilità TL al variare dell'energia degli elettroni dal Linac (4-6-8-10-12-15-18-20-22 MeV) e del tipo di particella: elettroni e fotoni (6MV e 25MV) da Linac, fotoni da  $^{60}\text{Co}$ , protoni da 26 MeV da TANDEM. Non si osserva nessuna variazione della sensibilità TL né tra elettroni e fotoni né tra elettroni di diversa energia, mentre una differenza significativa si riscontra per protoni.

La risposta TL vs dose mostra in ogni caso un andamento superlineare a basse dosi che giunge rapidamente in saturazione senza passare da una zona di linearità.



Andamento della risposta TL di D14 con la dose per fotoni da  $^{60}\text{Co}$ , protoni di energia 22 MeV ed elettroni di energia 20 MeV



Andamento della risposta TL vs dose per elettroni da 20 MeV dei campioni di vecchia acquisizione (S13 S9) e del campione cresciuto all'interno dell'esperimento (GIU5)

E' infine stato studiato il comportamento della sensibilità TL al variare del rateo di dose tra 22 cGy/min a 720 cGy/min con fotoni da 6MV, ed anche in questo caso non si rilevano significative differenze.

Si è infine reso disponibile per una prima analisi in termoluminescenza un campione sintetizzato presso il Dipartimento di Energetica, non ancora ottimizzato dal punto di vista strutturale, sul quale sono state condotte l'analisi di riproducibilità del segnale e di andamento della risposta TL con la dose in seguito ad irraggiamento con elettroni da 20 MeV. La risposta TL del campione paragonabile a quella dei campioni commerciali, risulta lineare con la dose fino a circa 5 Gy.

## LAVORI PRODOTTI NELL'AMBITO DELLA COLLABORAZIONE

- The CANDIDO project: development of a CVD diamond dosimeter for applications in radiotherapy**, G. Cuttone, L. Azario, L. Barone Tonghi, E. Borchì, D. Boscarino, M. Bruzzi, M. Bucciolini, G. A. P. Cirrone, C. De Angelis, G. Della Mea, P. Fattibene, C. Gori, A. Guasti, S. Maggioni, S. Mazzocchi, S. Onori, M. Pacilio, E. Petetti, A. Piermattei, S. Pirollo, A. Quaranta, L. Raffaele, V. Rigato, A. Rovelli, M. G. Sabini, S. Sciortino, G. Zatelli, Nuclear Physics B (Proc. Suppl.) 78 (1999) 587-591.
- “Dosimetria con rivelatori a diamante: il progetto CANDIDO”**, G. Cuttone, L. Azario, L. Barone Tonghi, E. Borchì, D. Boscarino, M. Bruzzi, M. Bucciolini, G. A. P. Cirrone, C. De Angelis, G. Della Mea, P. Fattibene, C. Gori, A. Guasti, S. Maggioni, S. Mazzocchi, S. Onori, M. Pacilio, E. Petetti, A. Piermattei, S. Pirollo, A. Quaranta, L. Raffaele, V. Rigato, A. Rovelli, M. G. Sabini, S. Sciortino, G. Zatelli, I Congresso Nazionale AIFM, Firenze, Italia, Giugno 1999, 180-182.
- “Characterization of CVD diamond dosimeters in on-line configuration”**, M. Bruzzi, M. Bucciolini, G.A.P. Cirrone, G. Cuttone, S. Mazzocchi, S. Pirollo, S. Sciortino, in press on Proc. SAMBA Conf, Siegen (D)1999
- “Characterization of CVD diamond films as radiation detectors for dosimetric applications”**, M. Bruzzi, M. Bucciolini, G.A.P. Cirrone, G. Cuttone, A. Guasti, S. Mazzocchi, S. Pirollo, M.G. Sabini, S. Sciortino: in press on IEEE Trans. On Nuclear Physics.
- “TL and TSC solid state detectors in proton therapy”**, G.A.P. Cirrone, M.G. Sabini, M. Bruzzi, M. Bucciolini, G. Cuttone, A. Guasti, S. Lo Nigro, S. Mazzocchi, S. Pirollo, L. Raffaele, S. Sciortino: Nuclear and Condensed Matter Physics, 2000 American Institute of Physics, pp 369-372
- “Caratterizzazione di film a diamante CVD come dosimetri off-line”**. E. Borchì, M. Bruzzi, M. Bucciolini, G.A.P. Cirrone, G. Cuttone, A. Guasti, S. Mazzocchi, S. Pirollo, M.G. Sabini, S. Sciortino: Atti del I Congresso Nazionale Associazione Italiana di Fisica in Medicina, 25-26 Giugno 1999, pp. 177-179.

## **PROGRAMMA SINTETICO ANNO 2001**

Per il prossimo anno il programma di sviluppo dell'esperimento si articolerà secondo il seguente programma sintetico:

- Analisi e caratterizzazione materiale
- Preparazione di dosimetri off-line con diamante CVD prodotto a Firenze.
- Caratterizzazione dosimetrica off-line e on-line con fasci di protoni da 70 MeV al LNS e da 250 MeV al PSI
- Caratterizzazione dosimetri commerciali sintetici off-line in TL con protoni fino a 24 MeV al LNS.

## **PROGRAMMA DETTAGLIATO PER UNITA' OPERATIVA**

### **Laboratorio Nazionale del Sud:**

- Realizzazione prototipo finale del dosimetro on-line, della sua elettronica
- Caratterizzazione elettronica del prototipo del dosimetro on-line
- Caratterizzazione dosimetrica dosimetro on-line in collaborazione con gruppo collegato Sanità
- Caratterizzazione dosimetrica dosimetro off-line in TL e TSC in collaborazione con Sez. Firenze

### **Laboratori Nazionali di Legnaro**

- Continuazione dello studio delle caratteristiche fisico-chimiche dei materiali sintetici commerciali e non, in collaborazione con sez. di Firenze, misure SIMS.
- Realizzazione prototipi di contatti elettrici a strip e pad per prototipo finale dosimetro on-line

### **Sezione di Firenze**

- Studio delle caratteristiche fisico-chimiche dei materiali sintetici commerciali in collaborazione con LNL
- Studio delle caratteristiche fisico-chimiche dei contatti elettrici in collaborazione con LNL e LNS
- Sintesi dosimetro on-line
- Studio ed ottimizzazione sintesi dosimetro off-line
- Caratterizzazione dosimetro commerciale sintetico in TL con fasci di protoni fino a 24 MeV al LNS

### **Gruppo Collegato Sanità**

- Caratterizzazione dosimetri commerciali sintetici on-line con fasci di protoni fino a 70 MeV al LNS
- Caratterizzazione prototipo finale dosimetri sintetici on-line con fasci di fotoni ed elettroni
- Caratterizzazione prototipo finale dosimetri sintetici on-line con fasci di protoni fino a 70 MeV al LNS e da 250 MeV al PSI



## RICHIESTE ECONOMICHE

### LNS

#### Inventariabile

Elettronica di lettura dosimetro on-line 16-32 canali 40 M£

#### Consumo

n.1 diamanti commerciali on-line 4 M£  
Materiale di consumo per elettronica 10 M£

#### Missioni estere

Partecipazione a congresso e visita al PSI 10 M£

#### Missioni Italia

Contatti scientifici all'interno dell'esperimento 10 M£

**TOTALE 74 M£**

### LNL

**Consumo 30 M£**

#### Per analisi

Standard di calibrazione PIXE, X-ray, EDS,  $\mu$ -beam 8 M£

#### Per deposizione contatti elettrici

target per sputtering di materiali puri 10 M£

gas puri, acidi, solventi per pulizia campioni e preparazione superfici 2 M£

Mascheratura e predisposizione di pad o strip su diamante in collaborazione con CERN 10 M£

<u>Missioni estere</u>	
Studio contatti elettrici e patterns al CERN, part. A congersso internazionale	8 M£
<u>Missioni Italia</u>	
Contatti scientifici all'interno dell'esperimento	7 M£
<b>TOTALE</b>	<b>45 M£</b>

### **SEZ. FIRENZE**

<u>Inventariabile</u>	
Leak detector	10 ML
Sistema di controllo elettronico dei flussimetri guidato da un trasduttore di pressione capacitivo	20 ML
Flussimetro per B <sub>2</sub> H <sub>6</sub> (drogaggio con boro del diamante)	5 ML
<u>Consumo</u>	
Materiali per analisi e sintesi	30 M£
n. 10 diamanti per misure off-line	10 M£
<u>Missioni estere</u>	
Partecipazioni a congressi e visita al PSI	10 M£
Misure da effettuare presso il NIKHEF di Amsterdam	5 ML
Contatti con produttori di diamante commerciale	5 ML
<u>Missioni Italia</u>	
Contatti scientifici all'interno dell'esperimento	12 M£
<b>TOTALE</b>	<b>107 M£</b>

### **Gruppo Collegato Sanità**

<u>Inventariabile</u>	
<u>Consumo</u>	
n. 2 diamanti commerciali per misure on-line	8 M£
Materiale di consumo per fantocci ed elettronica	10 M£
<u>Missioni estere</u>	
Misure PSI	10 M£

Missioni Italia

Contatti scientifici all'interno dell'esperimento

10 M€

**TOTALE**

**38 M€**

**TOTALE RICHIESTE**

**264 M€**

# Partecipanti

## LNS

Cuttone (40%), Cirrone (100%), Raffaele (30%), Rovelli (30%), Sabini (100%)

## Firenze

Borchi (50%), Bruzzi (60%), Sciortino (70%), Pirollo (100%), Bucciolini (50%), Mazzocchi (100%), Guasti (100%), Gori (30%), Romano (30%), Zatelli (30%)

## ISS

S. Onori (50%), C. De Angelis (50%), P. Fattibene (50%), E. Petetti , M. Pacilio (100%), Ranghiasi

## LNL

Della Mea (30%), Rigato (30%), Pieri, Patelli (20%), Vomiero(50%)

Codice	Esperimento	Gruppo
1221	Eclisse	5

<b>Struttura</b>
<b>L.N.S.</b>

**Rappresentante Nazionale:** S. GAMMINO

Struttura di appartenenza: LNS

Posizione nell'I.N.F.N.: Ric.

Ricercatore responsabile locale: Gammino Santo

## INFORMAZIONI GENERALI

<b>Linea di ricerca</b>	Sorgenti di ioni per acceleratori cw e pulsanti
<b>Laboratorio ove si raccolgono i dati</b>	LNS , IPPLM
<b>Sigla dello esperimento assegnata dal Laboratorio</b>	ECLISSE
<b>Acceleratore usato</b>	
<b>Fascio (sigla e caratteristiche)</b>	
<b>Processo fisico studiato</b>	Produzione di fasci di ioni ad alto stato di carica con accoppiamento tra sorgente laser ed ECRIS
<b>Apparato strumentale utilizzato</b>	testbench IPPLM testbench LNS SERSE
<b>Sezioni partecipanti all'esperimento</b>	LNS
<b>Istituzioni esterne all'Ente partecipanti</b>	IP-ASCR Praga IPPLM Varsavia JINR/LPP DUBNA
<b>Durata esperimento</b>	3 anni

Codice	Esperimento	Gruppo
1221	Eclisse	5

<b>Struttura</b>
L.N.S.

**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	Contatti scientifici					2	<b>2</b>	
	Estero	Esperimento presso IPPLM (2 pers. x 8 gg. ) Meeting					6 2		
Materiale Consumo	Costruzione target , movimentazioni					4	<b>50</b>		
	Materiale di consumo per il laser (lampade, lenti)					4			
	Upgrading del laser (repetition rate = 100 Hz)					42			
Trasp.e facch.									
Spese Calcolo	Consorzio	Ore CPU	Spazio Disco	Cassette	Altro				
Affitti e manutenz. apparecchiati.									
Materiale Inventariabile	Diagnostica per misura di raggi X (1 keV-10 MeV)					45	<b>45</b>		
Costruzione Apparati									
<b>Totale</b>							<b>105</b>		
Note:									

Codice	Esperimento	Gruppo
1221	Eclisse	5

**Struttura**

L.N.S.

**ALLEGATO MODELLO EC 2**

Codice	Esperimento	Gruppo
1221	Eclisse	5

<b>Struttura</b>
<b>L.N.S.</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	2	8	50				45		<b>105</b>
<b>TOTALI</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>50</b>				<b>45</b>		<b>105</b>

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
1221	Eclisse	5

<b>Struttura</b>
<b>L.N.S.</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.	
L.N.S.	2	8	50				45		105	0
<b>TOTALI</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>50</b>				<b>45</b>		<b>105</b>	<b>0</b>

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

Note:

Codice	Esperimento	Gruppo
1221	Eclisse	5

<b>Struttura</b>
<b>L.N.S.</b>

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

vedi allegato  
[http://Insammpc2.Ins.infn.it/preventivi2001/LNS\\_allegati/Allegato\\_ECLISSE\\_2001.pdf](http://Insammpc2.Ins.infn.it/preventivi2001/LNS_allegati/Allegato_ECLISSE_2001.pdf)

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

vedi allegato  
[http://Insammpc2.Ins.infn.it/preventivi2001/LNS\\_allegati/programmi\\_ECLISSE\\_2001.pdf](http://Insammpc2.Ins.infn.it/preventivi2001/LNS_allegati/programmi_ECLISSE_2001.pdf)

**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
1999	2	12	5				14	15	<b>48</b>
2000	1	6	7					30	<b>44</b>
<b>TOTALE</b>	<b>3</b>	<b>18</b>	<b>12</b>				<b>14</b>	<b>45</b>	<b>92</b>

Codice	Esperimento	Gruppo
1221	Eclisse	5

<b>Struttura</b>
<b>L.N.S.</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	2	8	50				45		<b>105</b>
<b>TOTALI</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>50</b>				<b>45</b>		<b>105</b>

Note:



Codice	Esperimento	Gruppo
1221	Eclisse	5

<b>Struttura</b>
<b>L.N.S.</b>

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

<b>LAUREANDI</b> Cognome e Nome	Associazione		Titolo della Tesi
	SI	NO	
Genovese Sebastiano Relatore Lorenzo Torrisi	<input type="radio"/> SI	<input checked="" type="radio"/> NO	Analisi della componente ionica e neutra prodotta da interazione laser
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	<b>SERVIZI TECNICI</b> Annotazioni

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

DENOMINAZIONE	DESCRIZIONE PRODOTTO O COMMESSA

Codice	Esperimento	Gruppo
1221	Eclisse	5

<b>Struttura</b>
L.N.S.

<b>REFEREES DEL PROGETTO</b>	
Cognome e Nome	Argomento
Rainò Antonio	

<b>MILESTONES PROPOSTE PER IL 2001</b>	
Data completamento	Descrizione
30 Giugno 2000	Produzione ioni a carica multipla con $E < 1 \text{ keV} \cdot q$ e completamento camera per prove off-line
31 Dicembre 2000	Completamento tests con bersaglio posto a potenziale presso IPPLM e misura correnti di fascio per ioni pesanti

<b>COMPETITIVITA' INTERNAZIONALE</b>
<p>L'esperimento é sviluppato nell'ambito di una collaborazione internazionale (cfr. MoU allegato alla proposta di esperimento nel 1998) con tre dei gruppi piú importanti a livello internazionale nel campo delle sorgenti laser (LIS). Con gli altri gruppi (collaborazione ITEP-CERN) che utilizzano un approccio assai diverso (alte densità di potenza laser, senza 'charge breeding') vi é uno scambio frequente di informazioni. Non é ancora evidente quale sia la soluzione ottimale, ma negli ultimi mesi molti punti cruciali sono stati risolti a nostro favore (in particolare la produzione di ioni con energia inferiore al keV ci mette in condizioni vantaggiose).</p>

<b>LEADERSHIPS NEL PROGETTO</b>	
Cognome e Nome	Funzioni svolte

Codice	Esperimento	Gruppo
1221	Eclisse	5

<b>Struttura</b>
<b>L.N.S.</b>

**Consuntivo anno 1999/2000**

<b>LAUREATI</b>		
Cognome e Nome	Titolo della Tesi	Sbocco professionale
Laurea in		
Laurea in		
Laurea in		
Laurea in		
Laurea in		
<b>DOTTORI di RICERCA</b>		
Dott in		
Dott in		
Dott in		
Dott in		
<b>PRESENTAZIONI A CONFERENZE SU INVITO E SEMINARI SIGNIFICATIVI</b>		
Relatore	Titolo	Conferenza o luogo
Santo Gammino	High charge states ion production	Workshop on multicharged ion production, RIKEN, Settembre 1999
Jerzy Wolowski		Eur. Conf. on Laser Interaction with Matter, Maggio 2000

Codice	Esperimento	Gruppo
1221	Eclisse	5

<b>Struttura</b>
<b>L.N.S.</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
	Workshop on Production of Intense Beams of Highly charged Ions (PIBHI-2000)	Catania

**SIGNIFICATIVE COMMESSE E RELATIVO IMPORTO**

ANAGRAFICA FORNITORE	DESCRIZIONE PRODOTTO O COMMESSA	IMPORTO (ML)



Codice	Esperimento	Gruppo
1221	Eclisse	5

<b>Struttura</b>
<b>L.N.S.</b>

**Consuntivo anno 1999/2000**

<b>MILESTONES RAGGIUNTE</b>	
<b>Data completamento</b>	<b>Descrizione</b>
	Le milestones relative al 1999 e al Giugno 2000 sono state raggiunte e parte del lavoro relativo al secondo semestre 2000 é stato completato
<b>Commento al conseguimento delle milestones</b>	

<b>SVILUPPO DI STRUMENTAZIONE INNOVATIVA</b>
A parte iniziative pionieristiche di Ciavola ai LNS e Nassisi a Lecce, non vi era esperienza in ambito italiano relativa a questi tipi di sorgenti ioniche, per cui l'acquisizione di tale know-how é importante (vedi sezione successiva).

<b>Ricadute su altri gruppi, sul sistema industriale e su altre discipline</b>
Il concetto della sorgente ibrida può essere utilmente applicato alla ionizzazione di fasci radioattivi, in quanto la sorgente laser é selettiva (unica tra le sorgenti 1+) mentre la ECRIS é il charge breeder ideale per correnti maggiori del nA.

Codice	Esperimento	Gruppo
1221	Eclisse	5

<b>Struttura</b>
<b>L.N.S.</b>

**Elenco delle pubblicazioni anno 1999/2000**

- 1) S. Gammino et al. , Rev. Sci. Instr. 71 (2) 2000, 1119
- 2) J. Wolowski et al., Optica Applicata, Aprile 2000
- 3) L. Torrisi et al., accettato da Rev. Sci. Instr.
- 4) S. Gammino et al., Proc. of 14th ECRIS workshop, Geneve (1999)
- 5) S. Gammino et al., Proc. of 7th EPAC, Wien (2000)
- 6) G. Shirkov, Proc. of the 10th Highly charged ions conference, Berkeley (2000)
- 7) P. Parys, Proc. of the 26th Eur. Conf. on Laser Interaction with Matter, Prague (2000)

## **Esperimento ECLISSE - Attività svolta nel 1999-2000**

Come previsto nel piano di attività iniziale, l'attività é andata avanti in modo parallelo, ma con obiettivi differenti, sui due banchi di prova di Varsavia e Catania; presso l'IPPLM di Varsavia é stato studiato:

- a) l'effetto del campo magnetico sul processo di emissione ionica indotta da laser su bersagli metallici;
- b) la minimizzazione dell'energia degli ioni;
- c) l'effetto di un potenziale di bias;

presso i LNS é stato studiato:

- a) il processo di erosione laser ;
- b) il processo di emissione di particelle ionizzate e neutre ;
- c) la possibilità di mantenere elevati repetition rates che non potevano essere studiati a Varsavia, per i limiti del laser dell'IPPLM;
- d) la minimizzazione dell'energia degli ioni.

I tests relativi allo studio del trasporto dei fasci prodotti dalla sorgente laser, in presenza di campo magnetico sono stati completati, sia in presenza che in assenza di potenziale (negativo o positivo) applicato al target. La presenza del potenziale non ha modificato sostanzialmente il processo di estrazione, il che implica un fenomeno di produzione limitato da campi all'interno del plasma. Infatti la lunghezza di Debye vale  $1\div 5$  mm per il plasma generato dall'impulso laser sul target, e quindi il fenomeno di emissione non é affetto dalla presenza di potenziale (questa osservazione é una misura indiretta della densità elettronica del plasma così generato).

Presso l'IPPLM (fig. 1) si é studiato l'effetto del campo solenoidale con risultati assai importanti, che sono stati presentati all'ultima conferenza internazionale su sorgenti di ioni, a Kyoto (vedi consuntivo 1999). La divergenza dei fasci di ioni estratti diminuisce in modo sostanziale in presenza di campo magnetico, e questo permetterà di aumentare l'efficienza di accoppiamento tra sorgente Laser e sorgente ECR di uno o due ordini di grandezza.

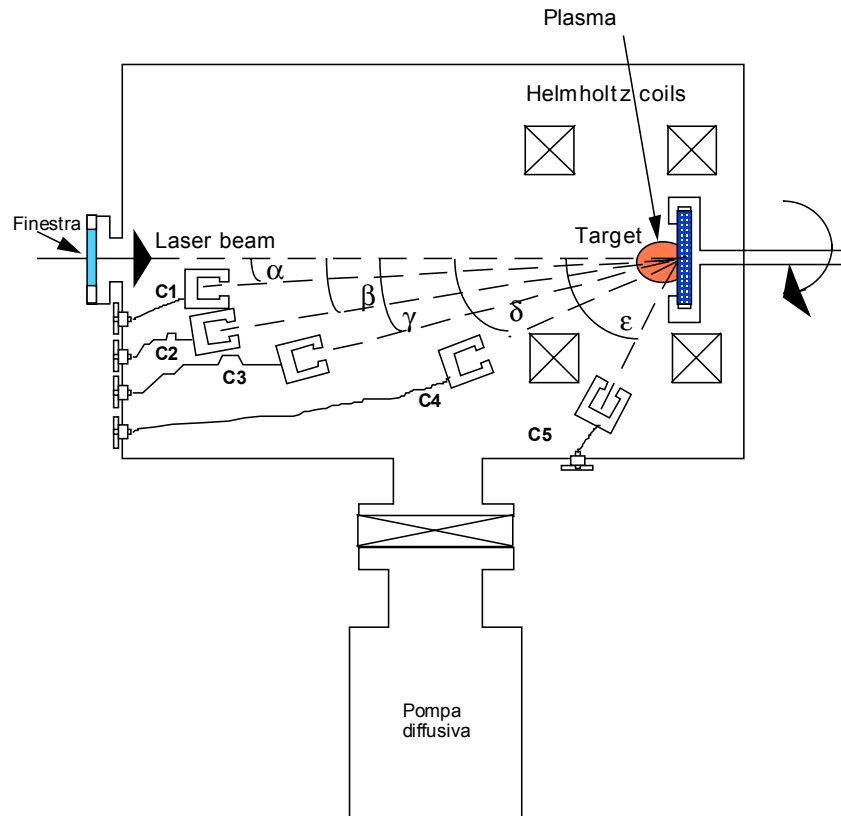


Fig. 1- Sketch dell'apparato sperimentale presso l'IPPLM (non in scala).

Presso i LNS é stata montata nel 1999 una piccola camera da vuoto per le misure preliminari, con finestra ottica, al fine di studiare l'interazione del laser IR con targhette metalliche. Il laser é stato montato su un opportuno banco ottico, munito di diaframmi, splitter e lenti di focalizzazione. All'interno della camera da vuoto é stato montato un quadrupolo di massa (1-200 amu) ad alta sensibilità e un collettore di ioni, posto a  $45^\circ$  rispetto alla direzione di incidenza del fascio laser (fig. 2 e 3). Le misure preliminari hanno permesso di misurare il tasso di erosione dovuto agli impulsi laser (9 ns) con energie comprese tra alcune decine di mJ e 900 mJ su differenti bersagli metallici. In particolare, sono stati effettuati studi sistematici su Al, Ni, Ta, W. Sono state eseguite misure sulla soglia di erosione, sulla soglia di ionizzazione e sulla distribuzione spaziale delle particelle emesse e sul loro tempo di volo.

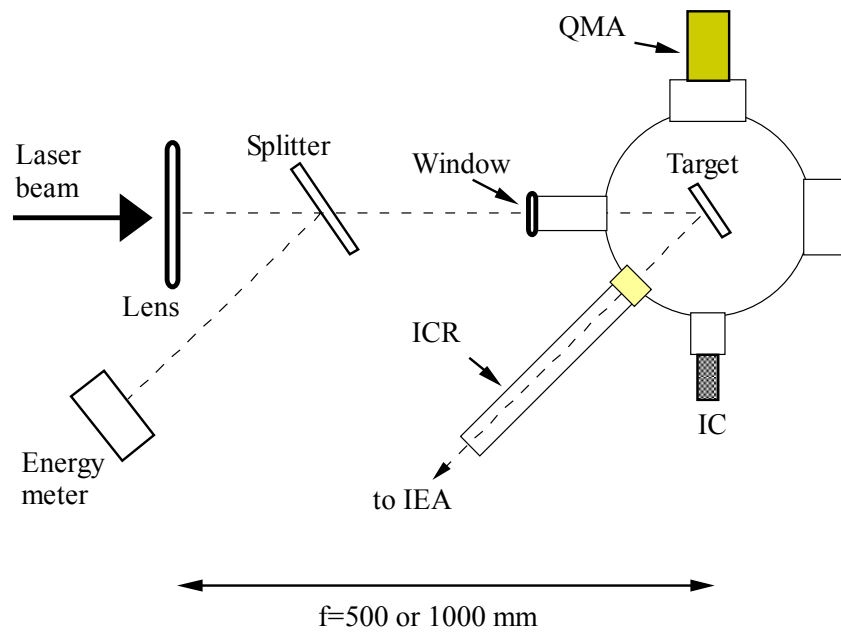


Fig. 2- Sketch dell'apparato sperimentale presso i LNS (non in scala).



Fig. 3- L'area sperimentale provvisoria presso i LNS.

Poiché la diagnostica é stata assemblata in modo completo solo in Dicembre, la quantità di misure svolte é stata rilevante, ed ha permesso di stimare tassi di erosione, energia e stato di carica relativi alla componente ionizzata. La produzione di ioni a stato di carica multipla é stata confermata, in un particolare dominio in energia e

divergenza, in eccellente accordo con le nostre previsioni teoriche. Lo stato di carica più elevato prodotto con rate elevati ( $> \text{mA}/\text{cm}^2$ ) è stato il 5+ per quasi tutti gli ioni più pesanti e la corrente totale, prodotta in impulsi di qualche decina di microsecondi, è stata di qualche centinaio di milliAmpere/ $\text{cm}^2$ . I tassi di erosione misurati sono dell'ordine di  $0.1 \div 1 \mu\text{g}/\text{pulse}$ .

I risultati più interessanti ottenuti con questa camera provvisoria (reperita tra il materiale dismesso da altri esperimenti) sono riportati in fig. 4 e 5 e in tab. 1.

E' stata messa in luce la presenza di fasci intensi ( $30\text{-}70 \text{ mA}/\text{cm}^2$ ) emessi con bassa energia ( $200\text{-}500 \text{ eV}$ ) per valori di energia appena sopra la soglia (per la maggior parte di metalli compresa tra  $100$  e  $400 \text{ mJ}$ , corrispondenti a una densità di potenza di circa  $10^{10} \text{ W}/\text{cm}^2$ ).

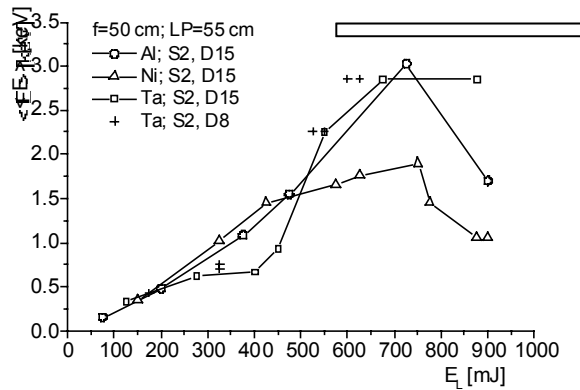


Fig. 4 – Energia degli ioni Al, Ni, Ta emessi, al variare dell'energia dell'impulso laser (single shot). La teoria prevede che energie superiori al keV abbassino drasticamente la efficienza di accoppiamento nella sorgente ibrida.

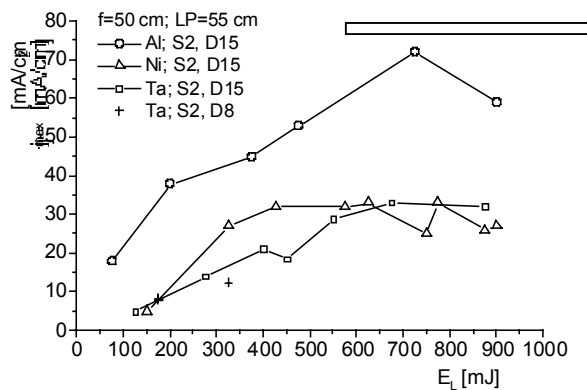


Fig. 5 – Corrente di picco degli ioni Al, Ni, Ta emessi, al variare dell'energia dell'impulso laser (single shot).

Ion	$\langle v \rangle$ [cm/s]	$\langle E \rangle$ [keV]	$j_{\max}$ [mA/ cm <sup>2</sup> ]
Al	$3 \times 10^6 - 1.5 \times 10^7$	0.25 -3	145
Ni	$3 - 8 \times 10^6$	0.25 -2	79
Ta	$1 - 6 \times 10^6$	0.1 -3	65

Tab. 1 – Riassunto dei valori tipici di  $\langle v \rangle$ ,  $\langle E \rangle$ ,  $j_{\max}$ , per Al, Ni, Ta.

Nella primavera del 2000 l'area di circa 30 m<sup>2</sup> cui si accennava nell'allegato dell'anno scorso è stata completata ed il laser è stato installato in tale sala, insieme alla camera finanziata dal gruppo V per il 2000, che è stata consegnata in Giugno (fig. 6).

In questa configurazione sono iniziati gli esperimenti da alcune settimane con dieci metalli diversi e sono stati accumulati oltre quattrocento spettri, relativi a differenti configurazioni, che hanno evidenziato la presenza non solo di ioni a carica multipla (fino a 11+ con una focalizzazione ben ottimizzata), ma anche di clusters, che possono essere un problema per la ionizzazione nello stadio ECR, dando luogo ad un eccessivo 'loading' del plasma che abbasserebbe lo stato di carica finale medio.



Fig. 6- L'area sperimentale definitiva presso i LNS.

Alla luce di tali fenomeni si sta valutando il processo di emissione dal punto di vista della fisica dei materiali (un primo contributo è stato accettato da Rev. Sci. Instr. ed altri lavori sono stati sottomessi o sono in fase di redazione), con un approccio multidisciplinare che ha messo in luce la possibilità di ottenere un regime di interesse per la produzioni di ioni con una sorgente ibrida, ma ha altresì evidenziato come tale regime appaia a densità di potenza assai diverse per i vari materiali (in qualche caso non sarà sufficiente l'energia del laser disponibile). Lo studio delle soglie di emissione per le componenti neutra e ionizzata ha dato risultati quasi sempre in perfetto accordo, mentre lo studio delle distribuzioni di stati di carica é iniziato solo ai primi di Luglio a causa di una cattiva tenuta da vuoto del passante del moltiplicatore di elettroni nell'analizzatore (IEA), che ha comportato la modifica del passante stesso (comunque tale studio si completerà nel secondo semestre).

### **Confronto con milestones**



Gli obiettivi previsti per il 1999 e per il primo semestre del 2000 sono stati raggiunti con discreto anticipo ed è stato possibile estendere l'analisi a fenomeni che sono marginali per il progetto, ma che rafforzano comunque la conoscenza della fenomenologia della interazione laser-materia, fornendo un background più completo per le prossime fasi sperimentali.

L'attività prevista per il 2000 (vedi allegato dell'anno scorso) è conclusa, tranne la parte relativa allo studio dell'efficienza di accoppiamento e del processo di ionizzazione successiva mediante codici di calcolo, che sarà sviluppato dai collaboratori del JINR/LPP entro il prossimo Ottobre.

### **Milestones 2000**

***1. Giu. 2000: produzione ioni a carica multipla con  $E < 1 \text{ keV} \cdot q$  e completamento camera per prove off-line***

***2. Dic. 2000: completamento tests con bersaglio posto a potenziale presso IPPLM e misura correnti di fascio per ioni pesanti***

## **ECLISSE: programmi di attività per il 2001**

Il programma di lavoro del 2001 si baserà sul completamento di quanto attualmente in corso, sullo studio dei raggi X emessi (non previsto nel piano di lavoro iniziale, ma essenziale per la piena caratterizzazione del fenomeno) e sull'upgrading del laser, con aumento della frequenza massima di lavoro a 100 Hz.

Nella seconda metà del 2001 si procederà all'accoppiamento tra laser e sorgente ECR ed ai tests della sorgente ibrida.

### **a) Implementazione del set-up sperimentale con un sistema di rivelazione X ad alta risoluzione energetica:**

L'interazione di luce laser IR, prodotta da Nd:Yag pulsato di potenza ( $\sim 10^{10}$  W/cm<sup>2</sup>), induce in targhette metalliche la formazione di una rapida emissione di atomi ad alta energia (1-10 keV, con code a più alta energia) con formazione di un plasma ad alta densità localizzato vicino alla targhetta irradiata. Le temperature del plasma possono essere molto elevate e una loro approfondita indagine può essere eseguita, oltre che con tecniche TOF e di distribuzione angolare, anche con una diagnostica nel campo dei raggi X.

Un rivelatore ad alto potere energetico, come un HPGe con risoluzione non inferiore a 150 eV a 6 keV, con range di rivelazione tra circa 1 keV e 10 MeV, munito di rapida elettronica di conteggio e di acquisizione su multicanale, permetterebbe infatti di poter monitorare sia la fluorescenza emessa da atomi ionizzati, sia gli spettri di frenamento prodotti da elettroni generati da ioni accelerati entro il plasma e/o estratti dal plasma.

Qualora la risoluzione energetica fosse sufficientemente alta si potrebbe sperare di poter distinguere picchi caratteristici differenti per differenti stati di carica dell'atomo ionizzato.

Il rivelatore andrebbe posizionato in maniera da vedere direttamente la zona irradiata. Una sottile finestra in mylar ( $\sim 6$   $\mu$ m) lo separerebbe dal vuoto in camera di interazione. Esso deve essere caratterizzato da una alta efficienza di rivelazione a circa 1 keV, sì da permettere la rivelazione di spettri di frenamento almeno fino ad una decina di keV. La possibilità di poter eseguire l'esperimento con laser di più

elevata potenza, come quelli dei laboratori ASCR di Praga nei quali lavorano i nostri collaboratori (cfr. Memorandum of Understanding INFN-ASCR-IPPLM-JINR allegato alla proposta di esperimento 1999), permetterebbe di estenderne l'utilizzo anche alla rivelazione di spettri di frenamento fino a qualche MeV. Tale difatti è l'ordine di grandezza delle energie possedute dagli atomi nei plasmi prodotti a potenze dell'ordine di  $10^{15}$  W/cm<sup>2</sup>.

In conclusione, una migliore comprensione dei meccanismi coinvolti nella formazione dei plasmi e della ionizzazione prodotta da interazioni laser-targhetta, nonché delle dimensioni del plasma e della distribuzione angolare, della temperatura, della omogeneità e della densità di plasma può essere cercata implementando l'apparato sperimentale di ECLISSE con un sistema di acquisizione X ad alto potere energetico ed alta efficienza di rivelazione.

#### Materiale richiesto:

- \* Rivelatore a stato solido del tipo HPGe ad alto potere risolutivo ed alta efficienza, provvisto di finestra in Be sottile e di dewar di raffreddamento per azoto liquido.....~ £ 30 M
- \* Catena elettronica di alimentazione ed acquisizione (alimentatore HV, amplificatore veloce e scheda ADC veloce).....~ £ 10 M
- \* Scheda multicanale veloce con software per PC.....~ £ 5 M

#### **b) Upgrading della frequenza**

Allo scopo di poter aumentare la produzione di atomi emessi dalla targhetta, è previsto l'aumento della frequenza del laser da 30 a 100 Hz (vedi allegato 1999 alla proposta di esperimento e moduli EN).

Il laser messo a disposizione dai LNS prevede la possibilità di tale upgrading, a scapito di un abbassamento dell'energia fornita di un fattore due circa. Considerato che la dinamica del processo di emissione si esaurisce in circa 20-30 microsecondi, in base alle simulazioni effettuate dai nostri collaboratori del JINR/LPP di Dubna, il

numero di ioni 'disponibili' per la ionizzazione nello stadio ECR aumenterebbe di un fattore due o più.

Materiale richiesto:

\* Upgrading del laser da 30 a 100 Hz ~ £ 45 M

**ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE**Preventivo per l'anno **2001**

Codice	Esperimento	Gruppo
	Scri-Ba	5

<b>Struttura</b>
<b>L.N.S.</b>

Ricercatore  
responsabile locale: Pappalardo Giuseppe**Rappresentante  
Nazionale:** Mandò P.A.Struttura di  
appartenenza: FIRENZE

Posizione nell'I.N.F.N.:

**INFORMAZIONI GENERALI**

<b>Linea di ricerca</b>	
<b>Laboratorio ove si raccolgono i dati</b>	
<b>Sigla dello esperimento assegnata dal Laboratorio</b>	
<b>Acceleratore usato</b>	
<b>Fascio (sigla e caratteristiche)</b>	
<b>Processo fisico studiato</b>	Fluorescenza X
<b>Apparato strumentale utilizzato</b>	Rivelatore per raggi X
<b>Sezioni partecipanti all'esperimento</b>	FI, GE, LNS
<b>Istituzioni esterne all'Ente partecipanti</b>	
<b>Durata esperimento</b>	

**Mod. EC. 1**

(a cura del responsabile locale)

Codice	Esperimento	Gruppo
	Scr-iba	5

<b>Struttura</b>
<b>L.N.S.</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	Collaborazione con Firenze e Genova				3	<b>3</b>	
	Estero	Collaborazione con DAMRI Saclay				6	<b>6</b>	
Materiale Consumo								
Trasp.e facch.								
Spese Calcolo	Consorzio	Ore CPU	Spazio Disco	Cassette	Altro			
Affitti e manutenz. apparecchiati.								
Materiale Inventariabile								
Costruzione Apparati	Ingegnerizzazione					9	<b>9</b>	
<b>Totale</b>							<b>18</b>	
Note:								

Codice	Esperimento	Gruppo
	Scr-iba	5

**Struttura**

L.N.S.

**ALLEGATO MODELLO EC 2**

Durante il primo anno di attività è stato realizzato un prototipo funzionante. Esso consiste di una sorgente di  $^{210}\text{Po}$  depositata su un supporto di Ag da 0.2 micron evaporato su backing di Mylar. Il diametro dello spot è di 7 mm.

Sono anche state effettuate delle prove con flusso di elio ed i risultati confermano la possibilità di rivekare anche la riga del Na a 1.08 keV.

Essendo questa attività svolta anche in collaborazione con il CNR e il DAMRI di Saclay sono in corso le pratiche per la richiesta di brevetto.

Nel corso del 2001 l'attività sarà indirizzata alla sua ingegnerizzazione. In particolare verrà studiato e messo a punto un sistema per il posizionamento della sorgente sul campione e un sistema di chiusura automatica della sorgente quando non affacciata ai campioni per la misura.

Codice	Esperimento	Gruppo
	Scri-Ba	5

<b>Struttura</b>
<b>L.N.S.</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	3	6						9	<b>18</b>
2002	3	6	9						<b>18</b>
<b>TOTALI</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>9</b>					<b>9</b>	<b>36</b>

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
	Scr-iba	5

<b>Struttura</b>
<b>L.N.S.</b>

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

<b>LAUREANDI</b> 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	<b>SERVIZI TECNICI</b> Annotazioni

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

DENOMINAZIONE	DESCRIZIONE PRODOTTO O COMMESSA

Codice	Esperimento	Gruppo
	Scr-iba	5

<b>Struttura</b>
<b>L.N.S.</b>

**Consuntivo anno 1999/2000**

<b>LAUREATI</b>		
Cognome e Nome	Titolo della Tesi	Sbocco professionale
Laurea in		
Laurea in		
Laurea in		
Laurea in		
Laurea in		
<b>DOTTORI di RICERCA</b>		
Romano Francesco Paolo Dott in Fisica	Determinazione non distruttiva di elementi leggeri in matrici vetrose (tipicamente tessere di mosaico parietale) effettuate mediante le tecniche XRF e PIXE	
Dott in		
Dott in		
Dott in		
<b>PRESENTAZIONI A CONFERENZE SU INVITO E SEMINARI SIGNIFICATIVI</b>		
Relatore	Titolo	Conferenza o luogo
Giuseppe Pappalardo	La Fisica Nucleare in Italia e i Beni Culturali	Erice (TP)

Codice	Esperimento	Gruppo
	Scr-iba	5

<b>Struttura</b>
<b>L.N.S.</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
2 2 2000	7° Convegno "Le Scienze della Terra e L'Archeometria"	Taormina (Me)

**SIGNIFICATIVE COMMESSE E RELATIVO IMPORTO**

ANAGRAFICA FORNITORE	DESCRIZIONE PRODOTTO O COMMESSA	IMPORTO (ML)

Codice	Esperimento	Gruppo
	Lascar	5

<b>Struttura</b>
<b>L.N.S.</b>

Ricercatore  
responsabile locale: Rovelli Alberto

**Rappresentante Nazionale:** Mezzetti Enrica

Struttura di appartenenza: TORINO

Posizione nell'I.N.F.N.: Associato

<b>INFORMAZIONI GENERALI</b>	
<b>Linea di ricerca</b>	SUPERCONDUTTIVITA'
<b>Laboratorio ove si raccolgono i dati</b>	Lab . Supercond. Dip Fis. Polit. di Torino INFN LNS , INFN LNL
<b>Sigla dello esperimento assegnata dal Laboratorio</b>	
<b>Acceleratore usato</b>	TANDEM e CS (LNS) TANDEM e Cn (LNL)
<b>Fascio (sigla e caratteristiche)</b>	Ioni pesanti : 230-300 MeV (Tandem) , 3 GeV (CS) Protoni : 6,5 MeV (CN)
<b>Processo fisico studiato</b>	Scalabilità delle tecniche di irraggiamento ionico per larghe superfici e per classi di materiali superconduttori ad alta temperatura di transizione ( HTSC). Applicazioni : cavi , nastri e cuscinetti (bulk) ; microstrip (film).
<b>Apparato strumentale utilizzato</b>	Camere di irraggiamento sotto vuoto ed in aria con bersaglio mobile e movimentazione controllata elettronicamente.
<b>Sezioni partecipanti all'esperimento</b>	TO, LNS, LML
<b>Istituzioni esterne all'Ente partecipanti</b>	Industrie : Edison, ENEL-SRI, Pirelli Cavi, Europa Metalli, Ansaldo Inst. fur Festk. und Werkst. Dresden, Inst. of Phys. of Polish Acad. Sc. Warsawa, Europ. Sc. Found., CNR Ist. Cibernet., Ist. Gal. Ferraris
<b>Durata esperimento</b>	

Codice	Esperimento	Gruppo
	Lascar	5

<b>Struttura</b>
<b>L.N.S.</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	Trasferte nell'ambito delle collaborazioni interne allo esperimento e contatti con le ditte costruttori				15	<b>15</b>	
	Estero	Partecipazione a congresso internazionale				8	<b>8</b>	
Materiale Consumo	Acquisto di materiale , dispositivi elettronici, schede di acquisizione e rivelatori per diagnostica di fascio per la camera di irraggiamento in aria.				20	<b>20</b>		
Trasp.e facch.								
Spese Calcolo	Consorzio	Ore CPU	Spazio Disco	Cassette	Altro			
Affitti e manutenz. apparecchiati.								
Materiale Inventariabile								
Costruzione Apparati	Progettazione ed upgrading della camera di irradiazione sotto vuoto per irraggiamenti in aria con relativo sistema di controllo.				40	<b>40</b>		
<b>Totale</b>							<b>83</b>	
Note:								

Codice	Esperimento	Gruppo
	Lascar	5

**Struttura**

L.N.S.

**ALLEGATO MODELLO EC 2**

Codice	Esperimento	Gruppo
	Lascar	5

<b>Struttura</b>
<b>L.N.S.</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
2000	15	8	30					70	<b>123</b>
2001	15	8	20					40	<b>83</b>
2002	15	8	15						<b>38</b>
<b>TOTALI</b>	<b>45</b>	<b>24</b>	<b>65</b>					<b>110</b>	<b>244</b>

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
	Lascar	5

<b>Struttura</b>
L.N.S.

**COMPOSIZIONE DEL GRUPPO DI RICERCA**

N	RICERCATORI Cognome e Nome	Qualifica				Affer. al Gruppo	Percentuale	N	TECNOLOGI Cognome e Nome	Qualifica			Percentuale	
		Dipendenti		Incarichi						Dipendenti		Incarichi		
		Ruolo	Art. 23	Ricerca	Assoc.					Ruolo	Art. 23	Ass. Tecnol.		
								1	Rovelli Alberto	Tecn			70	
								2	Santoro Corrado			Dott.	50	
								Numero totale dei Tecnologi					20	
								Tecnologi Full Time Equivalent					12	
N	TECNICI Cognome e Nome	Qualifica				Affer. al Gruppo	Percentuale	N	TECNICI Cognome e Nome	Qualifica				Percentuale
		Dipendenti		Incarichi						Dipendenti		Incarichi		
		Ruolo	Art. 15	Collab. tecnica	Assoc. tecnica					Ruolo	Art. 15	Collab. tecnica	Assoc. tecnica	
								Numero totale dei Tecnici						
								Tecnici Full Time Equivalent						
Numero totale dei Ricercatori							Numero totale dei Tecnici							
Ricercatori Full Time Equivalent							Tecnici Full Time Equivalent							

Codice	Esperimento	Gruppo
	Lascar	5

<b>Struttura</b>
<b>L.N.S.</b>

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

<b>LAUREANDI</b> 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	<b>SERVIZI TECNICI</b> Annotazioni
1	Contr. e Diagn. di Fascio	1	

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

DENOMINAZIONE	DESCRIZIONE PRODOTTO O COMMESSA

Codice	Esperimento	Gruppo
	Lascar	5

<b>Struttura</b>
L.N.S.

**Consuntivo anno 1999/2000**

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

Codice	Esperimento	Gruppo
	Lascar	5

<b>Struttura</b>
L.N.S.

**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)