

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

Codice	Esperimento	Gruppo
	COMBAT	5

<b>Struttura</b>
<b>MILANO</b>

Ricercatore  
responsabile locale: L. Serafini**Rappresentante  
Nazionale:** L. SerafiniStruttura di  
appartenenza: Milano

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

**INFORMAZIONI GENERALI**

<b>Linea di ricerca</b>	Fisica dei Fasci Brillanti, FEL e Accelerazione a Plasma
<b>Laboratorio ove si raccolgono i dati</b>	Trieste (Elettra), SLAC, UCLA
<b>Sigla dello esperimento assegnata dal Laboratorio</b>	FABRE, LCLS, Neptune-Pegasus
<b>Acceleratore usato</b>	
<b>Fascio (sigla e caratteristiche)</b>	
<b>Processo fisico studiato</b>	Generazione di fasci di elettroni brillanti per radiazione FEL-SASE a corta lunghezza d'onda mediante fotoiniettori multicelle e generazione di pacchetti di elettroni ultracorti (<100 fs) per acceleratori a plasma e per colliders e+/e- in banda W (90 GHz). Teoria del FEL SASE e FEL-CSE, accelerazione a plasma wiggler-assisted CARL con effetti relativistici
<b>Apparato strumentale utilizzato</b>	
<b>Sezioni partecipanti all'esperimento</b>	Milano
<b>Istituzioni esterne all'Ente partecipanti</b>	Elettra (Trieste)
<b>Durata esperimento</b>	3 anni (1999-2001)

Codice	Esperimento	Gruppo
	COMBAT	5

<b>Struttura</b>
<b>MILANO</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	3 mesi uomo a Trieste (Serafini, Piovella, Ferrario) + 10 viaggi a Milano per il collaboratore Ferrario (tecnologo di LNF)					25	<b>25</b>	
	Estero	1 mese uomo a SLAC (Serafini, Ferrario) + 1 mese uomo a UCLA (Serafini, Ferrario, Maroli, Petrillo) + 1/2 mese uomo a Strathclyde (UK) (Bonifacio, Piovella)					35	<b>35</b>	
Materiale Consumo	Fornitura cartucce stampa, Jaz, ZIP Acquisto licenza software Mathematica Acquisto licenza software Ansys per calcoli di stress strutturate					6 2 2	<b>10</b>		
Trasp.e facch.									
Spese Calcolo	Consorzio	Ore CPU	Spazio Disco	Cassette	Altro				
Affitti e manutenz. apparecchiati.									
Materiale Inventariabile	Computer G3 Mac in sostituzione macchina obsoleta in dotazione a Serafini					5	<b>10</b>		
	Monitor 21" colori grafico ad alta risoluzione					5			
Costruzione Apparati									
<b>Totale</b>							<b>80</b>		
Note:									

Codice	Esperimento	Gruppo
	COMBAT	5

<b>Struttura</b>
<b>MILANO</b>

**ALLEGATO MODELLO EC 2****Dettaglio COMBAT : Missioni Interno ed Estero per il 2001**

M. Ferrario spendera' 2 mesi a SLAC per finalizzare il design dell'iniettore di LCLS, di cui uno a spese di SLAC.

L. Serafini spendera' 4 settimane a SLAC per la collaborazione sull'iniettore a 90 GHz ( di cui 1 settimana su LCLS) di cui 2 settimane pagate da SLAC.

N. Piovella spendera' 2 settimane a Strathclyde per gli studi su CARL. A spese di Strathclyde, G. Robb e B. McNeil spenderanno 4 settimane uomo a Milano per la collaborazione su CARL .

L. Serafini spendera' 1 settimana a UCLA per studi di wave-breaking ed estensione teoria fasci laminari.

C. Maroli spendera' a UCLA-SLAC 1 settimana per schema acceleratore a plasma wiggler assisted e per schema FEL-plasma a due onde .

L. Serafini, M. Ferrario e N. Piovella spenderanno 5 mesi uomo ad Elettra per la collaborazione FABRE .

M. Ferrario spendera' 3 settimane-uomo a Milano per l'attivita' su FABRE, SLAC-LCLS e SLAC-ARDB .

Codice	Esperimento	Gruppo
	COMBAT	5

<b>Struttura</b>
<b>MILANO</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	25	35	10				10		<b>80</b>
<b>TOTALI</b>	<b>25</b>	<b>35</b>	<b>10</b>				<b>10</b>		<b>80</b>

Note:

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

Non si ravvisano difficoltà

**Mod. EC. 3**

(a cura del responsabile locale)

Codice	Esperimento	Gruppo
	COMBAT	5

<b>Struttura</b>
<b>MILANO</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.	
MILANO	25	35	10				10		80	0
<b>TOTALI</b>	<b>25</b>	<b>35</b>	<b>10</b>				<b>10</b>		<b>80</b>	<b>0</b>

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

Note:

Codice	Esperimento	Gruppo
	COMBAT	5

<b>Struttura</b>
<b>MILANO</b>

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

Vedi allegato COMBAT.pdf

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

Vedi allegato COMBAT.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	8	54	1				2		<b>65</b>
2000	10	28	6				6		<b>50</b>
<b>TOTALE</b>	<b>18</b>	<b>82</b>	<b>7</b>				<b>8</b>		<b>115</b>

Codice	Esperimento	Gruppo
	COMBAT	5

<b>Struttura</b>
<b>MILANO</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	25	35	10				10		<b>80</b>
<b>TOTALI</b>	<b>25</b>	<b>35</b>	<b>10</b>				<b>10</b>		<b>80</b>

Note:





Codice	Esperimento	Gruppo
	COMBAT	5

<b>Struttura</b>
<b>MILANO</b>

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

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

Codice	Esperimento	Gruppo
	COMBAT	5

<b>Struttura</b>
<b>MILANO</b>

### REFEREES DEL PROGETTO

Cognome e Nome	Argomento
Vaccaro Vittorio	

### MILESTONES PROPOSTE PER IL 2001

Data completamento	Descrizione
6/30/2001	misure RF a bassa potenza del prototipo di PWT a Trieste
12/31/2001	test fotoiniettore in banda W a SLAC-ARDB

### COMPETITIVITA' INTERNAZIONALE

Realizzazione design concettuale iniettore di LCLS (Linear Coherent Light Source, progetto per la realizzazione di un FEL nei raggi X) SLAC, su progetto di M. Ferrario e L. Serafini (vedi pubblicazioni)

Realizzazione design concettuale del fotoiniettore a 90 GHz per il collider e+/e- in fase di studio a SLAC/ARDB, su progetto schema COMBAT (fotoemissione gated con laser non phase-locked)

### LEADERSHIPS NEL PROGETTO

Cognome e Nome	Funzioni svolte
Serafini Luca	Responsabile Nazionale

Codice	Esperimento	Gruppo
	COMBAT	5

<b>Struttura</b>
<b>MILANO</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
	Vedi allegato COMBAT.pdf	

Codice	Esperimento	Gruppo
	COMBAT	5

<b>Struttura</b>
<b>MILANO</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
	COMBAT	5

<b>Struttura</b>
<b>MILANO</b>

**Consuntivo anno 1999/2000**

<b>MILESTONES RAGGIUNTE</b>	
<b>Data completamento</b>	<b>Descrizione</b>
<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>

Codice	Esperimento	Gruppo
	COMBAT	5

<b>Struttura</b>
<b>MILANO</b>

**Elenco delle pubblicazioni anno 1999/2000**

VEDI ALLEGATO COMBAT.pdf



Allegato – COMBAT

### **Attività svolta durante il 1999 – giugno 2000**

E' stato prodotto il design di un fotoiniettore integrato del tipo PWT con prestazioni record in termini di brillantezza. Le simulazioni prevedono la produzione di pacchetti di elettroni da 1 nC con 0.5 mm.mrad di emittanza trasversa normalizzata, ed una corrente di picco di 150 A. Questo design e' alla base della proposta FABRE di costruzione di una facility presso il laboratorio Sincrotrone Trieste che e' stata approvata a fine 1999 dalla Divisione Acceleratori di Trieste, sulla base di una collaborazione con il gruppo COMBAT, che ne rappresenta la componente teorico-scientifica.

E' stato delineato il design di un fotoiniettore a 90 GHz per il collider  $e^+/e^-$  in corso di design a SLAC/ARDB .

Il design dell'iniettore (primi 150 MeV) di LCLS (Linear Coherent Light Source a SLAC) e' stato derivato dal gruppo COMBAT sulla base della teoria sviluppata dai suoi componenti in questi anni sui fasci laminari: questo design, in fase di ottimizzazione, e' diventato parte integrante del progetto LCLS.

Nell'ambito dello studio della dinamica di un fascio di elettroni in un onduttore, si è estesa la descrizione della dinamica longitudinale nel caso in cui la radiazione sia confinata in una guida d'onda rettangolare. Il modello, basato su una descrizione a molte frequenze del campo, e' stato sviluppato per un singolo modo trasversale.

Nell'ambito della attivita' relativa a CARL, e' proseguito lo studio degli effetti di rinculo indotti dalla radiazione in un sistema a due livelli (atomi o spin). Tali effetti sono stati studiati in fenomeni classici della fisica del laser, come la bistabilità ottica, il laser propriamente detto e la superfluorescenza. In tutti questi fenomeni e' stato osservato che il rinculo produce modifiche sostanziali nel processo di emissione, purché il sistema sia sufficientemente freddo. I risultati possono avere interessanti applicazioni nella fisica dei fasci, in particolare nella creazione di nuove tecniche di raffreddamento (riduzione dell'emittanza) e di stabilizzazione di fasci atomici e/o ionici in acceleratori o sincrotroni.

Generazione di onde di alta frequenza tramite conversione in un FEL a plasma: un laser ad elettroni liberi caricato con un plasma puo' risonare su due frequenze differenti. Le due onde sono co-propaganti, una con slippage positivo l'altra con slippage negativo. Abbiamo ricavato le equazioni differenziali non lineari che descrivono l'interazione fra le due onde in approssimazione di involucre lentamente variabile (SVEA). Iniettando un segnale a bassa frequenza, si produce un segnale forte che e' un'armonica superiore del segnale iniettato, con una letargia molto piu' ridotta di quella dell'emissione spontanea nel vuoto. Questo effetto puo' essere applicato alla generazione di radiazione coerente a corta lunghezza d'onda, fino ai raggi X.

Accelerazione ad alto gradiente in un plasma immerso in un wiggler: abbiamo descritto un nuovo schema di accelerazione a plasma nel quale il plasma e' immerso in un campo magnetostatico di wiggler perpendicolare all'asse del sistema. Per valori sufficientemente alti del campo di wiggler le correnti diamagnetiche del plasma diventano relativistiche e portano ad un sostanziale aumento della componente longitudinale del campo elettrico di plasma, quindi del gradiente accelerante. Abbiamo anche ricavato che gradienti di accelerazione molto alti sono possibili con plasmi relativamente poco densi e con lunghezze d'onda piu' lunghe (cioe' frequenze piu' basse).

### **Attività prevista per il 2001**

Si inizieranno le misure dei modelli di PWT a basso campo in fase di realizzazione a Trieste, con i confronti fra la modellizzazione 3D con Mafia ed i risultati sperimentali.

Si proseguira' l'ottimizzazione del design per l'iniettore di LCLS, con particolare riguardo al matching nel compressore magnetico.

Si estenderanno gli studi di dinamica di fascio dal PWT al matching con il linac di Trieste per valutare le potenzialita' per un esperimento SASE-FEL a 5 nm.

Si generalizzera' al caso multi-modo il modello MUFFIN , importante per descrivere gli effetti di diffrazione in una guida d'onda sovradimensionata in un processo FEL. Il modello è particolarmente adatto per descrivere l'effetto di compressione



spontanea del fascio durante l'attraversamento dell'ondulatore. L'introduzione della guida d'onda e, successivamente, dei modi trasversali rende la descrizione più realistica per il futuro studio di design di COMBAT.

Si estenderanno gli studi di CARL agli effetti relativistici.

#### **Comunicazioni a Conferenze esperimento COMBAT 1999-2000**

- 1) - "New Generation Issues in the Beam Physics of RF laser-driven Electron Photoinjectors" , Luca Serafini  
Oral Contribution presentata alla SPIE LASE99, San Jose', CA, 26-1-1999
- 2) - "New Generation Issues in the Beam Physics of RF laser-driven Electron Photoinjectors" , Luca Serafini  
Invited Talk pres. al Mini-Workshop on LCLS Injector, SLAC, 13-5-1999
- 3) - "An Adiabatic Buncher and Accelerator" , Luca Serafini  
Oral Contribution presentato all'international Workshop on 2nd Gen. Laser and Plasma Acc., Kardamyli, Grecia, 2-7-1999
- 4) - "A high gradient solution for the LCLS photoinjector", Massimo Ferrario,  
Invited Talk presentato al Mini-Workshop on LCLS Injector, SLAC, 15-7-1999
- 5) - "HOMDYN study for the LCLS photoinjector" , Massimo Ferrario  
Invited Talk presentato al LC-99 , Frascati, 12-10-1999
- 6) - "Envelope Equation Treatment for Beams subject to Intense Acceleration" ,  
Luca Serafini  
Oral Contribution presentato all'ICFA Workshop on the Physics of High  
Brightness Beams, Los Angeles, 10-11-1999
- 7) - "Modeling of Bright Electron Beam Physics" , Luca Serafini  
Invited Talk presentato all'ICFA Workshop on the Physics of High Brightness  
Beams, Los Angeles, 11-11-1999
- 8) - "Space charge effects in linear motion" , Massimo Ferrario  
Working Group Report presentato all'ICFA Workshop on the Physics of High  
Brightness Beams, Los Angeles, 11-11-1999
- 9) - " HOMDYN study for the LCLS photoinjector " , Massimo Ferrario  
Oral Contribution presentato all'ICFA Workshop on the Physics of High  
Brightness Beams, Los Angeles, 14-11-1999
- 10) - "Photoinjectors" , Massimo Ferrario  
Oral Contribution presentato al IV Generation Light Source Workshop  
Argonne Nat. Lab., 15-4-1999

- 11) - "Possible design of a photoinjector at W band" , Luca Serafini  
Oral Contribution presentato al Orion Facility Workshop, SLAC, 25 febbraio 2000
- 12) - " A new design for the LCLS photoinjector " , Massimo Ferrario  
Invited Talk presentato all'APS Meeting, Los Angeles, 18 aprile 2000
- 13) - "Gated Photoinjectors at W band (90 GHz)" , Luca Serafini  
Oral Contribution presentato al Advanced Accelerator Concepts Workshop, Santa Fe', 11 giugno 2000

### **Seminari**

- 1) - "Recent Advances in the Design of Low Emittance Sources" , Luca Serafini  
Accelerator Physics Seminar tenuto a SLAC, su invito del Dr. J. Clendenin, 28-1-1999
- 2) - "Recent Advances in the Design of Low Emittance Sources" , Luca Serafini  
Seminario tenuto all'University of Technology ad Eindhoven, su invito del Prof. M. Van der Wiel, 12-3-1999
- 3) - "Presentazione Collaborazione COMBAT-FABRE" , Luca Serafini  
Seminario tenuto c/o Sincrotrone Trieste, su invito del Prof. S. Tazzari, 27-10-1999
- 4) - "HOMDYN and its applications" , Massimo Ferrario  
Accelerator Physics Seminar tenuto a SLAC, su invito del Dr. J. Clendenin, 24-4-1999
- 5) - "HOMDYN and its applications " , Massimo Ferrario  
Accelerator Physics Seminar tenuto a UCLA, su invito del Prof. J. Rosenzweig, 28-4-1999

### **Pubblicazioni esperimento COMBAT 1999-2000**

- 1 - R. Alley et al. , "The design for the LCLS rf photo-injector" , *Proc. of FEL'98 Conference*, Williamsburg, VA, Aug. 1999
- 2 - L. Serafini, M. Ferrario, "New Generation Issues in the Beam Physics of RF Laser-driven Electron Photo-injectors" , *Proc. of SPIE-LASE'99 Conference*, San Jose', CA, Jan. 1999

- 3 - D. T. Palmer et al. , "An Injector for the Linear Coherent Light Source" , *Proc. of SPIE-LASE'99 Conference, San Jose', CA, Jan. 1999*
- 4 - D. T. Palmer, M. Hogan, M. Ferrario and L. Serafini , "A 90 GHz PhotoInjector" , *Proc. of PAC'99 , New York, NY, Apr. 1999*
- 5 - M. Ferrario, L. Serafini, F. Tazzioli , "Beam Dynamics Simulations for Linacs Driving Short-Wavelength FELs" , *Proc. of PAC'99 , New York, NY, Apr. 1999*
- 6 - J.B. Rosenzweig, S. Anderson, X. Ding, and L. Serafini , "A Comparison Between the Performance of Split and Integrated rf photoinjectors" , *Proc. of PAC'99 , New York, NY, Apr. 1999*
- 7 - R. Bonifacio, B.W.J. McNeil, N. Piovella e G.R.M. Robb, 'Recoil-induced effects in passive and active atomic systems', accettato per pubblicazione *Optics Communications* (Ottobre 1999)
- 8 - R. Bonifacio, B.W.J. McNeil, N. Piovella e G.R.M. Robb , 'Self-distributed feedback lasing in a system of cold atoms', accettato per pubblicazione su *Europhysics Letters* (Novembre 1999)
- 9 - N. Piovella, "High gain free electron laser amplifiers starting from coherent and incoherent spontaneous emission", *Physics of Plasmas*, Vol.6, pag.3358 (Agosto 1999)
- 10 - V.Petrillo and C.Maroli , *EPJ Applied Physics*, 5,311(1999)
- 11 - R. Bonifacio, B.W.J. McNeil, e G.R.M. Robb, 'Recoil-induced symmetry breaking in superfluorescence', *Physical Review A* 61, 031801(R) (2000).
- 12 - R. Bonifacio, B.W.J. McNeil, N. Piovella e G.R.M. Robb, 'Recoil-induced effects in absorptive optical bistability', *Physical Review A* 61, 023807 (2000).
- 13 - R. Bonifacio, B.W.J. McNeil, N. Piovella e G.R.M. Robb, 'Recoil-induced effects in passive and active atomic systems', *Optics Communications* 179, 559 (2000).
- 14 - R. Bonifacio, B.W.J. McNeil, N. Piovella e G.R.M. Robb , 'Self-distributed feedback lasing in a system of cold atoms', *Europhysics Letters* 49, 316 (2000).
- 15 - C.Maroli, V.Petrillo , "Effects of the low-frequency backward wave in high-gain free-electron lasers", accettato per pubblicazione su *Optics Communications* (Giugno 2000).
- 16 - M. Ferrario, T.C. Katsouleas, L. Serafini and I. Ben Zvi

"Adiabatic Plasma Buncher"

*IEEE Trans. on Plasma Sc.* , 2000

**17** - L. Serafini

"Computational Modeling of High Brightness Electron Beam Physics"

*Proc. of UCLA-ICFA '99*

**18** - M. Ferrario, J. Clendenin, D. T. Palmer, J.B. Rosenzweig, L. Serafini

"HOMDYN study for the LCLS RF photoinjector"

*Proc. of UCLA-ICFA '99*

**19** - J.B. Rosenzweig, L. Serafini, Editors

"The Physics of High Brightness Beams"

*Proc. of UCLA-ICFA '99*

**20** – M. Ferrario et al.

"New Design Study and Related Experimental Program for the LCLS RF  
Photoinjector"

*Proc. of EPAC-2000*

**21** – G. D'Auria et al.

"The Fabre Project: Design and Construction of an Integrated Photo-Injector for  
Bright Electron Beam Production"

*Proc. of EPAC-2000*

Esperimento

gruppo

Rappresentante nazionale

Struttura res. naz

nuovo continua

**COMBAT**

5

L. Serafini

Milano

continua

STR.	ESPERIM.	Missioni interno	Inviti ospiti stran.	Missioni estero	Mater. di Cons.	Spes Sem	Tras. e Fac.	Pub. Scien.	Spese Calc	Aff. e Manut. App.	Mater. invent.	Costruz. apparati	TOTALE
MILANO	Personale												
	Ricercatori	5,0	Tecnologi			Tecnici			Servizi mesi uomo				
	FTE	3,7	FTE			FTE							
	<b>Rapporti (FTE/numero) Ricercatori</b>				<b>0,74</b>				<b>Ricercatori+Tecnologi</b>				<b>0,74</b>
	COMBAT	25		35	10						10		80
	di cui sj												
	Totali	25		35	10						10		80
	di cui sj												
<b>Richieste/(FTE ricercatori+tecnologi)</b>				<b>21,62</b>									
<b>TOTALI</b>													
Totali	25		35	10						10		80	
di cui sj													
<b>Confronto con il modello EC4</b>													
Mod. EC4 dati	25		35	10						10		80	
Totali-Dati EC4													
<b>Personale</b>													
Ricercatori	5,0	Tecnologi			Tecnici			Servizi mesi uomo					
FTE	3,7	FTE			FTE								
<b>Rapporti (FTE/numero) Ricercatori</b>				<b>0,74</b>				<b>Ricercatori+Tecnologi</b>				<b>0,74</b>	
<b>Richieste/(FTE ricercatori+tecnologi)</b>				<b>21,62</b>									