

**MINISTERO DELL'ISTRUZIONE, DELL'UNIVERSITÀ E DELLA RICERCA  
DIPARTIMENTO PER LA PROGRAMMAZIONE IL COORDINAMENTO E GLI AFFARI  
ECONOMICI - SAUS  
PROGRAMMI DI RICERCA SCIENTIFICA DI RILEVANTE INTERESSE NAZIONALE  
RICHIESTA DI COFINANZIAMENTO**

*(DM n. 20 del 19 febbraio 2002)*

**PROGETTO DI UNA UNITÀ DI RICERCA - MODELLO B  
Anno 2002 - prot. 2002027759\_002**

Parte: I

**1.1 Programma di Ricerca di tipo: *interuniversitario***

**Area Scientifico Disciplinare: *Scienze Fisiche***

---

**1.2 Durata del Programma di Ricerca: *24 mesi***

---

**1.3 Coordinatore Scientifico del Programma di Ricerca**

**PARISI**

(cognome)

**Università degli Studi di  
ROMA "La Sapienza"**

(università)

**FIS/02**

(settore scient.discipl.)

**GIORGIO**

(nome)

**Facoltà di SCIENZE MATEMATICHE  
FISICHE e NATURALI**

(facoltà)

**Dipartimento di FISICA**

(Dipartimento/Istituto)

**Giorgio.Parisi@roma1.infn.it**

(E-mail)

---

**1.4 Responsabile Scientifico dell'Unità di Ricerca**

**TRIPICCIONE**

(cognome)

**Professore ordinario**

(qualifica)

**Università degli Studi di  
FERRARA**

(università)

**FIS/02**

(settore scient.discipl.)

**050-880307**

**RAFFAELE**

(nome)

**26/06/1956**

(data di nascita)

**Facoltà di SCIENZE MATEMATICHE FISICHE e  
NATURALI**

(facoltà)

**Dipartimento di FISICA**

(Dipartimento/Istituto)

**TRPRFL56H26D612W**

(codice di identificazione personale)

**tripiccione@pi.infn.it**

---

## 1.5 Curriculum scientifico del Responsabile Scientifico dell'Unità di Ricerca

### Testo italiano

*Raffaele Tripicciono si e' laureato in fisica nel 1980.*

- 1981 - 1982: *Scuola di perfezionamento in Fisica della Scuola Normale Superiore.*
- 1981 - 1982: *visitatore del gruppo teorico di Fermilab.*
- 1984 - 1990: *ricercatore dell' INFN.*
- 1990 - 1998: *primo ricercatore dell' INFN.*
- 1998 - 2000: *dirigente di ricerca dell' INFN.*
- 2000 - : *professore ordinario di fisica all' Universita' di Ferrara.*

*Principali aree di ricerca:*

- *fenomenologia delle particelle elementari, soprattutto riguardo alla fenomenologia dei collider adronici*
- *astroparticle physics, con particolare riguardo alla rivelazione dei monopoli magnetici.*
- *teorie di gauge sul reticolo: azioni improved, approccio allo scaling, transizioni di fase a temperatura finita, spettro di massa di glueball e stati adronici.*
- *fisica statistica dei fluidi in regime turbolento, soprattutto per quanto riguarda le leggi di scala delle funzioni di correlazione delle velocita'*
- *fisica statistica della turbolenza convettiva*
- *sviluppo di sistemi di calcolo massicciamente paralleli per la simulazione numerica di teorie di gauge sul reticolo, per la simulazione di dei sistemi fluidi e per l' analisi dei segnali.*
- *analisi di segnali stocastici.*

### Testo inglese

*Raffaele Tripicciono obtained his degree in physics (summa cum laude) from the University of Pisa in 1980.*

- 1981 - 1982: *Post-graduate student at the Scuola Normale Superiore (Pisa)*
- 1981 - 1982: *Visitor at the theory group at Fermilab.*
- 1984 - 1990: *Research associate (Ricercatore) at Istituto nazionale di Fisica Nucleare (INFN).*
- 1990 - 1998: *Senior Research Associate (Primo ricercatore) at INFN*
- 1998 - 2000: *Research Leader (Dirigente di Ricerca) at INFN.*
- 2000 - : *Full professor of physics at the University of Ferrara.*

*Main research interests:*

- *Phenomenology of elementary particles, with special interests in hadronic collider phenomenology.*
- *astroparticle physics, with main interests in magnetic monopole detection.*
- *Lattice Gauge Theory: improved lattice actions, approach to scaling, phase transitions at finite temperature, mass spectrum of glueballs and hadronic states.*
- *statistical physics and turbulent fluid dynamics, with special interests in scaling laws of velocity correlation functions.*
- *statistical properties of convective turbulence.*
- *development of massively parallel processing systems optimized for the numerical simulation of lattice gauge theories, fluid dynamics simulation and signal analysis.*

- analysis of stochastic signals.

## 1.6 Pubblicazioni scientifiche più significative del Responsabile Scientifico dell'Unità di Ricerca

1. TRIPICCIÓN R. (1999). *APEmille. PARALLEL COMPUTING*. vol. 25, pp. 1297.
2. TRIPICCIÓN R., BENZI R., TOSCHI F. (1998). *On the Heat Transfer in Rayleigh Benard Systems*. *JOURNAL OF STATISTICAL PHYSICS*. vol. 93, pp. 901-918.
3. TRIPICCIÓN R., T. LIPPERT, K. SCHILLING, F. TOSCHI, S. TRENTMANN, R. TRIPICCIÓN. (1998). *FFT for the APE Parallel Computer*. *INTERNATIONAL JOURNAL OF MODERN PHYSICS C*. vol. 8, pp. 875.
4. TRIPICCIÓN R., BENZI R., BIFERALE L., CILIBERTO S., STRUGLIA M.V. (1996). *Generalized Scaling in fully developed turbulence*. *PHYSICA D*. vol. D96, pp. 162.
5. TRIPICCIÓN R., BENZI R., CILIBERTO S., BAUDET A., MASSAIOLI F., SUCCI S. (1993). *Extended Self Similarity in turbulent flows*. *PHYSICAL REVIEW E*. vol. 48, pp. 29.

## 1.7 Risorse umane impegnabili nel Programma dell'Unità di Ricerca

### 1.7.1 Personale universitario dell'Università sede dell'Unità di Ricerca

N°	Cognome	Nome	Dipart./Istituto	Qualifica	Settore scient.	Mesi uomo	
						2002	2003
<b>Personale docente:</b>							
1	TRIPICCIÓN	RAFFAELE	FISICA	Prof. ordinario	FIS/02	5 (ore: 685)	6 (ore: 825)
2	MORETTI	MAURO	FISICA	Ricercatore	FIS/02	3 (ore: 411)	7 (ore: 959)
<b>Altro personale:</b>							

### 1.7.2 Personale universitario di altre Università

N°	Cognome	Nome	Università	Dipart./Istituto	Qualifica	Settore scient.	Mesi uomo	
							2002	2003
<b>Personale docente:</b>								
<b>Altro personale:</b>								

### 1.7.3 Titolari di assegni di ricerca

N°	Cognome	Nome	Dipart./Istituto	Anno del titolo	Mesi uomo	
					2002	2003

**1.7.4 Titolari di borse per Dottorati di Ricerca e ex L. 398/89 art.4 (post-dottorato e specializzazione)**

N°	Cognome	Nome	Dipart./Istituto	Anno del titolo	Mesi uomo
1.	CALZAVARINI	ENRICO	FISICA	2004	22 (ore: 3025)

**1.7.5 Personale a contratto da destinare a questo specifico programma**

N°	Qualifica	Costo previsto	Mesi uomo
1.	Assegnista di ricerca	15000	20 (ore: 2750)

**1.7.6 Personale extrauniversitario dipendente da altri Enti**

N°	Cognome	Nome	Ente	Qualifica	Mesi uomo

Parte: II

**2.1 Titolo specifico del programma svolto dall'Unità di Ricerca**

**Testo italiano**

*Tecniche computazionali e sistemi di calcolo parallelo per l'analisi di segnali stocastici e per studi di fenomenologia delle particelle elementari.*

**Testo inglese**

*Computational techniques and massively parallel processing systems for the analysis of stochastic signals and for the phenomenology of elementary particles*

**2.2 Settori scientifico-disciplinari interessati dal Programma di Ricerca**

- FIS/02 - FISICA TEORICA, MODELLI E METODI MATEMATICI

## 2.3 Parole chiave

### Testo italiano

*FISICA COMPUTAZIONALE ; FENOMENOLOGIA DELLE PARTICELLE ELEMENTARI ; ANALISI DI SEGNALI STOCASTICI ; FISICA DEI COLLIDER ADRONICI ; RIVELAZIONE DI ONDE GRAVITAZIONALI ; CALCOLO PARALLELO*

### Testo inglese

*COMPUTATIONAL PHYSICS ; PHENOMENOLOGY OF ELEMENTARY PARTICLES ; ANALYSIS OF STOCHASTIC SIGNALS ; COLLIDER PHYSICS ; DETECTION OF GRAVITATIONAL WAVES ; PARALLEL COMPUTING*

---

## 2.4 Base di partenza scientifica nazionale o internazionale

### Testo italiano

*A Ferrara ci si interessera' soprattutto degli algoritmi e dei sistemi di calcolo che stanno diventando indispensabili nello studio di sistemi complessi. Ci si occupera' di due diverse aree, e cioe'*

*1)l'analisi di segnali stocastici, con particolare riguardo alla estrazione dei segnali provenienti da rilevatori interferometrici di onde gravitazionali*

*2) il calcolo di sezioni urto di eventi a multi-corpi di interesse fenomenologico per gli esperimenti agli attuali e futuri collider adronici.*

*Per quanto riguarda il punto 1), i rivelatori interferometrici di onde gravitazionali attualmente in fase di sviluppo, sia a terra che nello spazio, produrranno una mole elevata di dati, da cui dovra essere estratta una segnatura sperimentale su un fondo stocastico dominante. La metodologia utilizzabile a questo scopo, in particolare per l'analisi di eventi relativi a collassi di sistemi binari e' quella del filtraggio ottimale, nella quale il segnale rumoroso viene proiettato su un 'template' relativo al segnale aspettato. Il problema fondamentale e' che esiste una intera famiglia di segnali attesi, parametrizzabile in termine di parecchie variabili fisiche relative al sistema che collassa (ad esempio, masse, momento angolare..). Il numero di template che dovranno essere utilizzati e' destinato a crescere nei prossimi anni, in corrispondenza ai progressi attesi nel calcolo teorico dei segnali emessi dal sistema collassante.*

*Si tratta di un problema di calcolo ovviamente parallelizzabile, la cui ottimizzazione ha varie faccie, sia fisiche che computazionali:*

*i)la scelta dei parametri fisici per i quali generare i template in modo da massimizzare il rapporto segnale-rumore.*

*ii) la correlazione dei risultati ottenuti su filtri diversi per massimizzare il segnale globale.*

*iii) le tecniche esplicite di calcolo parallelo dei vari filtri.*

*iv) L' analisi delle architetture di calcolo ottimizzate per il problema.*

*E' questa una attivita' nuova che si vuole iniziare a Ferrara, basandosi su una esperienza diretta relativa allo sviluppo ed alla realizzazione di sistemi di calcolo massicciamente parallelo utilizzati nella simulazione di teorie di gauge sul reticolo, sull' utilizzo di vari sistemi di calcolo parallelo per simulazioni numeriche di sistemi di dinamica dei fluidi e sulla parallelizzazione del calcolo di trasformate di Fourier (FFT).*

*Per quanto riguarda il punto 2):*

*1)Nella prossima generazione di colliders adronici (Tevatron, LHC e NLC)*

sara' possibile studiare molti processi interessanti caratterizzati da una grande molteplicita' di jets nello stato finale.

2)E' importante "combinare" opportunamente il calcolo dell'elemento di matrice partonico con l'evoluzione di tipo parton-shower.

3)Il confronto delle predizioni perturbative con i dati sperimentali consente di studiare e quantificare l'importanza delle correzioni non perturbative.

L'elemento chiave del nostro progetto e' l'utilizzo dell' algoritmo ALPHA. Negli anni precedenti il codice ALPHA e' stato modificato per consentire il calcolo di processi di QCD sia nella formulazione SU(3) ordinaria sia nel limite di grandi N (ovvero quello appropriato per il merging con i monte-carlo di tipo parton-showers). Abbiamo completato lo sviluppo di generatori di eventi per le segnature protone antiprotone in:

a) W (bottom anti bottom) e jets leggeri (fino a quattro)

b) Z bottom anti-bottom e jets leggeri (fino a due)

c) Q anti-Q (Q Q anti-Q anti-Q) e jets leggeri (fino a due), dove con Q si denota un quark pesante confermando cosi' la validita' del nostro approccio.

In particolare per le segnature sopra citate abbiamo:

#) testato la generazione di eventi a livello partonico

#) processato gli eventi generati attraverso il parton shower ottenendo una descrizione completa degli eventi a livello adronico

#) confrontato le distribuzioni ottenute con quelle ottenibili con un approccio di tipo puro parton shower e studiato le regioni di overlap delle due approssimazioni.

Una comprensione il piu' accurata possibile di questi processi e' fondamentale sia per studiare le proprieta' delle particelle dello SM (top, W, Z, H) sia per ricerche di nuova fisica in quanto costituiscono i principali fondi a ricerche di eventi con leptoni carichi e energia trasversa mancante.

## **Testo inglese**

The focus of the project in Ferrara will be on the algorithms and computer systems that are becoming more and more important in the study of several physics problems. We will work on two different areas:

1) Analysis of stochastic signals with special emphasis on the detection of signals produced by interferometric detectors of gravitational waves.

2) Computation of many particle cross-sections of phenomenological interest for present and future Hadron colliders.

As far as point 1) is concerned, the gravitational wave detectors under development, both earth-based and space-based, will produce a huge experimental data-set in which signatures of interesting event will have to be disentangled from a large stochastic background. The main approach to solve this problem, for the study of binary star coalescences, is optimal filtering. In this approach the noisy experimental signal is projected over a template of the expected physical signal. The main problem is that a large set of templates must be considered, as the physical parameters of the system (masses, angular momenta ...) are varied.

The number of needed templates is expected to further increase in the next few years, following progress in the theoretical computation of the signals produced by the collapsing systems.

The analysis procedure can be trivially parallelized. Its optimization has several aspects, both physical and computational:

i) The choice of the optimal template parameters, to maximize the signal/noise ratio.

ii) the correlation of results obtained on different filters in order to obtain the best global signal.

iii) the choice of the best computation algorithm for the filters.

iv) the analysis of the best computing architectures for the task.

We plan to open a new research line in this field in Ferrara, leveraging on experience based on previous work made in the development and use of several massively parallel systems optimized for the simulation of Lattice Gauge Theories, for the simulation of fluid dynamics and for the computation of Fourier transforms (FFT).

We now consider point 2)

1) Interesting final states with large jet multiplicities will become available with the next generation of colliders (Tevatron, LHC and NLC).

2) one would like to be able to consistently merge the matrix-element computation with the parton-shower evolution

3) the perturbative prediction and the comparison with data will allow us to investigate also the relevance of non perturbative corrections.

The key element of this proposal is the use of the algorithm ALPHA.

In previous years we have upgraded the ALPHA code to cope with QCD process both in the standard SU(3) formulation and in the large N-limit (i.e. the appropriate one to merge with parton-showers tools).

We have completed the development of event generators for the signatures, proton proton(antiproton) into:

a) W (bottom anti bottom) plus up to four light jets

b) Z bottom anti-bottom plus up to two light jets

c) Q anti-Q (Q Q anti-Q anti-Q) plus up to two light jets, Q being a heavy quark.

This validates our approach.

---

## 2.4.a Riferimenti bibliografici

1) C. Cutler, E. E. Flanagan, *Phys. Rev. D* 49 (1994) 2658.

2) B. J. Owen, *arXiv:gr-qc/9511032*

3) B. J. Owen, *Phys. Rev. D* 53 (1996) 6749.

4) B. J. Owen, B. S. Sathyaprakash, *Phys. Rev. D* 60 (1999) 2002

5) M. Beccaria et al., *Virgo-note NTS96-024* (1996)

6) R. Tripicciono, *Parallel Computing* 25 (1999) 1297

7) Th. Lippert et al., *Int. J. of Mod. Phys. C* 8 (1998)

8) D. Cavalli et al., *THE HIGGS WORKING GROUP: SUMMARY REPORT*. [HEP-PH 0203056], and references therein

9) U. Baur, (ed.), R.K. Ellis, (ed.), D. Zeppenfeld, (ed.), *QCD AND WEAK BOSON PHYSICS IN RUN II. PROCEEDINGS, BATAVIA, USA, MARCH 4-6, JUNE 3-4, NOVEMBER 4-6, 1999*. Batavia, USA: Fermilab (2000) 278 p, and references therein

10) *Proceedings of the "1999 CERN Workshop on Standard Model Physics (and more) at the LHC"*, 25 - 26 May 1999, CERN, Geneva, Switzerland, Altarelli G. (ed.) Mangano, M L (ed.); Geneva, CERN, 2000, 529 p, CERN-2000-004, and references therein

11) Michelangelo L. Mangano, Mauro Moretti, Roberto Pittau, *MULTIJET MATRIX ELEMENTS AND SHOWER EVOLUTION IN HADRONIC COLLISIONS: W B ANTI-B + N JETS AS A CASE STUDY*. CERN-TH-2001-215 (Aug 2001) 21p.; [HEP-PH 0108069]; to appear on *Nucl. Phys. B*

12) F. Caravaglios and M. Moretti, *An algorithm to compute Born scattering amplitudes*

without Feynman graphs, *Phys. Lett.* B358 (1995) 332;

13) F. Caravaglios and M. Moretti,  $e^+ e^-$  into 4 fermions plus gamma with ALPHA; *Z. Phys.* C74 (1997) 291.

14) F. Caravaglios, M.L. Mangano, M. Moretti, R. Pittau, A new approach to multijet calculations in hadron collision, *Nucl. Phys.* B539 (1999) 215.

15) S. Catani, M. Dittmar, D. Soper, W.J. Stirling and S. Tapprogge convenors, *Qcd*, in 1999 CERN Workshop on Standard Model Physics (and more) at the LHC; CERN 2000-004.

---

## 2.5 Descrizione del programma e dei compiti dell'Unità di Ricerca

### Testo italiano

*Il programma della unità di ricerca si basa sui due seguenti filoni di attività:*

1) *sviluppo di metodologie di estrazione di segnali di cui sia noto l'andamento atteso, dipendente da una famiglia di parametri fisici, su un fondo di rumore stocastico di cui siano note (od almeno ragionevolmente stimabili) le proprietà statistiche.*

2) *nello studio della fenomenologia di interesse per i futuri collideri adronici utilizzando ed ulteriormente sviluppando sistemi automatici computerizzati per la valutazione delle sezioni d'urto relative a processi a molte particelle in teoria perturbativa.*

*Per quanto riguarda il primo dei due argomenti, l'analisi verrà fatta tenendo come riferimento i segnali rivelabili da esperimenti per la rivelazione interferometrica di onde gravitazionali in corso di realizzazione a terra (Virgo, LIGO) e proposti su satelliti (LISA), mantenendo però una generalità di analisi. Analogamente, per quanto riguarda la parte più propriamente computazionale molti test verranno svolti sui sistemi di calcolo dedicati (APEmille ed apeNEXT) e general-purpose (Beowulf cluster) utilizzabili dal gruppo, ma concentrandosi su aspetti indipendenti (o debolmente dipendenti) dai particolari sistemi di calcolo utilizzati.*

*In dettaglio, i problemi che si vogliono affrontare sono i seguenti:*

1) *Utilizzazione di sistemi di calcolo massicciamente paralleli di tipo SIMD per il calcolo contemporaneo di filtri di Wiener su un insieme di template. In dettaglio:*

- *analisi dei criteri di assegnazione dell'insieme dei template ai vari processori del sistema ai fini del bilanciamento del costo del calcolo*

- *analisi dei criteri di assegnazione dell'insieme dei template ai vari processori ai fini di una efficiente correlazione tra risultati di filtri relativi a parametri di valore simile tra di loro.*

- *analisi del trade-off nella efficienza di calcolo totale tra efficienza algoritmica e richiesta di memoria.*

2) *Ottimizzazione della scelta dei parametri fisici su cui valutare i template di calcolo. Attualmente sono disponibili calcoli della forma attesa del segnale gravitazionale relativi a sistemi stellari trattati in forma approssimata analitica e parametrizzati da due soli parametri (ad esempio, la massa totale e la massa ridotta del sistema). Su tale base sono stati sviluppati metodi di scelta del set ottimale di template utilizzabili in uno spazio bidimensionale di parametri. Sono però in corso calcoli più complessi (sia analitici che numerici) della forma funzionale attesa del segnale che tengano conto di un maggior numero di parametri del sistema (ad esempio, momento angolare, eccentricità). Ci proponiamo quindi di analizzare il problema di sviluppare metodi di selezione dei parametri dei template in uno spazio multi-dimensionale in modo da garantire il voluto rapporto segnale rumore. Un metodo promettente di indagine in questo senso è quello basato su tecniche di derivazione dinamica molecolare, in cui un set di pseudo-particelle si muove*



nello spazio dei parametri interagendo tra di loro con un "potenziale" che misura il deficit di rapporto segnale rumore rispetto al valore voluto.

3) Analisi della correlazione tra i risultati del filtraggio su template relativi a parametri di poco diversi tra loro.

Le tecniche di analisi discusse in precedenza producono un set di correlazioni tra segnale atteso e segnale misurato di dimensione uguale al numero dei template utilizzati. Il problema logicamente seguente è quello di combinare tali correlazioni per massimizzare la probabilità di individuare un singolo evento di onda gravitazionale. Il problema va affrontato sia a livello fisico che a livello computazionale (a quest'ultimo riguardo il problema è quello di ridurre la massa di dati prodotta dall'insieme dei filtri). Ci si propone di affrontare l'analisi del trade off tra un approccio singolo livello, in cui vengono calcolati filtri relativi a tutti i possibili template e si utilizza come soglia di trigger un livello relativamente alto di rapporto segnale rumore, ed un approccio gerarchico in cui inizialmente si utilizza un set di filtri a grana grossa, che verranno poi riesaminati nel caso di superamento di una più bassa soglia nel rapporto segnale/rumore.

4) Ottimizzazione delle tecniche di calcolo parallelo e vettoriale delle trasformate di Fourier (FFT).

Quest'ultimo punto, di natura più direttamente computazionale, si basa sull'osservazione che il calcolo contemporaneo di più filtri su uno stesso nodo di calcolo implica un alto traffico di dati tra processore e memoria e quindi può essere limitato non dalla potenza di calcolo disponibile, ma dalla banda di comunicazione con la memoria. Ci si propone quindi di analizzare algoritmi di calcolo che ottengano migliori prestazioni utilizzando pattern di accesso di dati che richiedano minori bande di comunicazioni o che permettano un uso più efficiente delle memorie cache.

Per quanto riguarda la fenomenologia delle particelle elementari, ci proponiamo di usare ALPHA per sviluppare generatori di eventi per studiare ulteriori processi rilevanti ai collider adronici:

1) Produzione associata di bosoni H, coppie di quarks pesanti e jets leggeri al fine di  
-) studiare la sensibilità ai parametri del settore di Yukawa dello  $S_m$  e affinare le strategie per l'effettuazione di queste misure

2) Produzione di bosoni di gauge (fino a quattro bosoni pesanti) e jets leggeri al fine di  
-) affrontare lo studio del settore non abeliano della teoria EW.  
-) valutare la sensibilità sperimentali a couplings anomali effettivi nel settore di gauge, ovvero a potenziali segnature indirette di fisica non convenzionale

3) Produzione associata di bosoni H, bosoni di gauge pesanti e jets leggeri al fine di studiare la sensibilità sperimentale delle misure degli accoppiamenti fra il bosone di Higgs e i bosoni di gauge e delle misure del potenziale di Higgs

4) Produzione di molti jets, al fine di

-) fare studi di QCD

-) studiare i fondi ai segnali di Supersimmetria per alcuni modelli supersimmetrici

## **Testo inglese**

The proposed research project in Ferrara will focus on two different areas:

1) Development of algorithms to extract an expected physical signal, whose behaviour is known, on the background of a stochastic noise whose main properties are known (or at least realistically estimated).

2) Studies in the phenomenology of interest for future hadronic colliders, developing and

*using automatic tools that compute the cross sections of multi-particle events in perturbation theory.*

*We start with an analysis of point 1).*

*We will pay special attention to the signals expected by the current generation of earth-based interferometric gravitational wave detectors (Ligo and Virgo) and by the future space-based interferometers (Lisa), while trying to give to our analysis a more general scope. In a similar way, we will perform our computational tests both on dedicated parallel processing systems, like APEmille, and on general purpose PC-clusters. Our activity will focus on the following points:*

*1) Computational techniques to perform optimal filtering on a very large number of templates using SIMD parallel processors. This includes:*

*- study of optimal assignment of templates to processors from the point of view of the best possible load balancing.*

*- study of optimal assignment of templates to processors, in view of an efficient correlation between results coming from templates corresponding to similar values of the physical parameters.*

*- analysis of the trade-offs between algorithmic performance and memory needs.*

*2) Analysis of the optimal choice of the physical parameters for the templates used in the filtering process. At present, the expected signal in a gravitational collapse has been computed analytically for simple cases, in terms of two parameters ( total mass and reduced mass). More complex cases are being studied, both analytically and numerically. The space of template parameters is expected to increase in size, to include for instance angular momentum and eccentricity. We plan to work on the computation of an optimal set of templates, belonging to a multi-dimensional space of parameters, in order to reach the required signal/noise ratio. A promising way to handle this problem is based on molecular dynamics techniques. We plan to follow the motion of a set of pseudo-particles in the parameter-space, under the action of a "potential" that takes into account the signal/noise ratio obtained by templates corresponding to the template configuration.*

*3) Analysis of the correlations between filters corresponding to closely spaced physical parameters. The filter techniques discussed above produce a set of correlations between expected and measured signal whose number equals that of the used templates. It is then necessary to combine these correlations in order to maximize the probability to detect a physical gravitational wave event. This problem is important also at a computational level, where the main point is the reduction in size of the data set obtained by the filtering process with minimal loss of physical information. We plan to study the trade-off between a one-layer approach, in which all templates are evaluated at the same time, and a relatively high threshold is applied for the detection of an event, and a multi-layer approach, in which a coarse-grained set of filters is used first, followed by a more refined analysis triggered by a relatively low signal threshold.*

*4) Optimization of the parallel and vector techniques for the computation of the FFT. We plan to work on the fact that the analysis of a large set of templates implies a very large bandwidth between processors and memory and between processors and permanent storage. The computation will be in many cases bandwidth limited, as opposed to performance limited. On this point we will work on the development of data access patterns that minimize bandwidth requirements.*

*We now consider point 2).*

*We plan to use ALPHA to develop tools to study additional relevant processes at hadron colliders, i.e.:*

*1) Associate production of Higgs bosons, heavy quarks and light jets in order*

-) to study the experimental sensitivity to the Yukawa sector of the theory and to refine the strategy to perform these measurements;

2) Production of up to four heavy gauge boson plus jets in order

-) to study the non abelian sector of the EW theory

-) to study the experimental sensitivity to anomalous effective couplings in the gauge sector of the theory i.e. a potential indirect signature of New Physics;

3) Associate production of Higgs bosons, heavy gauge boson and light jets in order to study experimental sensitivity to Higgs self-couplings and to Higgs vector-Bosons couplings;

4) Multi-jets production, in order

-) to perform Qcd studies

-) to study background to searches in some SUSY scenarios;

## 2.6 Descrizione delle attrezzature già disponibili ed utilizzabili per la ricerca proposta

N°	Anno di acquisizione	Descrizione	
		Testo italiano	Testo inglese
1.	2000	<i>Il sistema di calcolo massicciamente parallelo APEmille installato a Pisa (300 Gflops di potenza di calcolo) potrà essere utilizzato per il progetto.</i>	<i>The massively parallel processing system APEmille installed at INFN Pisa (about 300 Gflops peak performance) will be available for the project.</i>
2.	2002	<i>Nel corso del 2002, con fondi di un precedente progetto, verrà installato a Ferrara un cluster di PC di tipo Beowulf che potrà essere utilizzato nel progetto.</i>	<i>A Beowulf PC cluster is being installed at Ferrara. This system will be available for the project.</i>
3.			
4.			
5.			

## 2.7 Descrizione della richiesta di Grandi attrezzature (GA)

Attrezzatura I

**Descrizione**

**valore presunto ( Euro)    percentuale di utilizzo per il programma**

Attrezzatura II

**Descrizione**

valore presunto ( Euro) percentuale di utilizzo per il programma

---

### 2.8 Mesi uomo complessivi dedicati al programma

	<b>numero</b>	<b>mesi uomo</b>
Personale universitario dell'Università sede dell'Unità di Ricerca (docenti)	2	21 <i>(ore: 2877)</i>
Personale universitario dell'Università sede dell'Unità di Ricerca (altri)	0	0
Personale universitario di altre Università (docenti)	0	0
Personale universitario di altre Università (altri)	0	0
Titolari di assegni di ricerca	0	0
Titolari di borse dottorato e post-dottorato	1	22 <i>(ore: 3025)</i>
Personale a contratto	1	20 <i>(ore: 2750)</i>
Personale extrauniversitario	0	0
<b>Totale</b>	<b>4</b>	<b>63</b> <i>(ore: 8652)</i>

---

Parte: III

### 3.1 Costo complessivo del Programma dell'Unità di Ricerca

Voce di spesa	Spesa, Euro	Descrizione	
		Testo italiano	Testo inglese
Materiale inventariabile	15.000	<i>Potenziamento del Cluster Beowulf di PC</i>	<i>Enhancement of the Beowulf cluster of PC's</i>
Grandi Attrezzature			
Materiale di consumo e funzionamento	3.000	<i>Spese generali, telefono</i>	<i>General expenses, telephone, books.</i>
Spese per calcolo ed elaborazione dati			
Personale a contratto	15.000	<i>Contributo al 50% per un assegno di ricerca</i>	<i>Partial cost (50%) for a Post Doc Position (Assegno di Ricerca).</i>
Servizi esterni			
Missioni	5.000	<i>Missioni in Italia ed all' Estero per contatti con collaboratori</i>	<i>Travels in Italy and abroad .</i>
Pubblicazioni	1.000	<i>Spese di pubblicazione</i>	<i>Publishing charges for papers.</i>
Partecipazione / Organizzazione convegni	6.000	<i>Partecipazione a Convegni sia in Italia che all' estero ed a scuole estive per quanto riguarda dottorandi e borsisti</i>	<i>Travel expenses and fees for Conferences and Summer Schools (for Graduate students and Post - Docs).</i>
Altro			

---

**Il progetto e' gia' stato cofinanziato da altre amministrazioni pubbliche o private (art. 4 bando 2002)? NO**

**Amministrazioni cofinanziatrici:**

	<b>Euro</b>
Costo complessivo del Programma dell'Unità di Ricerca	<b>45.000</b>
Costo minimo per garantire la possibilità di verifica dei risultati	<b>38.000</b>
Fondi disponibili (RD)	<b>3.000</b>
Fondi acquisibili (RA)	<b>11.000</b>
Cofinanziamento di altre amministrazioni pubbliche o private (art. 4 bando 2002)	<b>0</b>
Cofinanziamento richiesto al MIUR	<b>31.000</b>

Parte: IV

#### 4.1 Risorse finanziarie già disponibili all'atto della domanda e utilizzabili a sostegno del Programma

##### QUADRO RD

Provenienza	Anno	Importo disponibile, Euro	Note
Università	2002	3.000	
Dipartimento			
CNR			
Unione Europea			
Altro			
<b>TOTAL</b>		<b>3.000</b>	

#### 4.1.1 Altro

---

#### 4.2 Risorse finanziarie acquisibili in data successiva a quella della domanda e utilizzabili a sostegno del programma nell'ambito della durata prevista

#### QUADRO RA

<b>Provenienza</b>	<b>Anno della domanda o stipula del contratto</b>	<b>Stato di approvazione</b>	<b>Quota disponibile per il programma, Euro</b>	<b>Note</b>
<b>Università</b>	2002	<i>disponibile in caso di accettazione della domanda</i>	6.000	
<b>Dipartimento</b>				
<b>CNR</b>				
<b>Unione Europea</b>				
<b>Altro</b>	2002	<i>disponibile in caso di accettazione della domanda</i>	5.000	
<b>TOTAL</b>			<b>11.000</b>	

#### 4.2.1 Altro

*Fondi resi disponibili dall' Istituto Nazionale di Fisica Nucleare*

---

**4.3 Certifico la dichiarata disponibilità e l'utilizzabilità dei fondi di cui ai punti 4.1 e 4.2:** SI

**Firma** \_\_\_\_\_

*(per la copia da depositare presso l'Ateneo e per l'assenso alla diffusione via Internet delle informazioni riguardanti i programmi finanziati; legge del 31.12.96 n° 675 sulla "Tutela dei dati personali")*

**Firma** \_\_\_\_\_

**22/04/2002 10:48:29**