



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI ROMA  
*La Sapienza*

**Anno: 2001 - prot. C26F011933**

*Domanda di finanziamento di ricerca  
della Facoltà di SCIENZE MATEMATICHE FISICHE e NATURALI*

## **1. Dati Generali**

**1.1 Durata della ricerca** *12 mesi*

**1.2 Responsabile della ricerca**

Cognome **MARINARI**

Nome **Vincenzo**

Qualifica Professore Ordinario

Data di nascita 07/07/1957

Facoltà SCIENZE MATEMATICHE FISICHE e NATURALI Dip. FISICA

Indirizzo Piazzale Aldo Moro, 5 - 00185 ROMA RM

Telefono 0649914363

Fax 0649914387

E-Mail marinari@roma1.infn.it

**1.4 Titolo della ricerca** *Studi numerici ed analitici di sistemi disordinati e complessi.*

## **2. Informazione sull'attività di ricerca**

### **2.1 Parole chiave**

1. *VETRI DI SPIN*
2. *DISORDINE*
3. *COMPLESSITA'*

4. SIMULAZIONI NUMERICHE

5. SUPERFICI

## 2.2 Ambito della ricerca    2.3 Tipologia

Istituto/Dipartimento

Nuova ricerca

## 2.4 Componenti il gruppo di ricerca (escluso il responsabile)

Personale docente e tecnici laureati della Facoltà

n°	Cognome	Nome	Qualifica	Ist./Dip.
----	---------	------	-----------	-----------

Altro personale dell'Università di Roma "La Sapienza"

n°	Cognome	Nome	Qualifica	Facoltà	Ist./Dip.	Note
1.	CORREALE	LOREDANA	Dottorando	SCIENZE MAT.FIS.NAT.	Dip.FISICA	

Personale di altre Università/Istituzioni

n°	Cognome	Nome	Qualifica	Universita'/Istituzione	Ist./Dip.	Note
----	---------	------	-----------	-------------------------	-----------	------

## 2.5 Inquadramento della ricerca proposta

*In tutta generalità il nostro campo di ricerca è quello della "fisica teorica analitica e computazionale": studiamo problemi complessi in fisica teorica, utilizzando sia tecniche analitiche che metodi computazionali. La sinergia fra ricerche che indagano in diversi campi della fisica teorica è una delle grandi conquiste degli ultimi anni: la Meccanica Statistica è il legame più importante fra questi diversi aspetti della fisica teorica.*

*Una rapidissima schematizzazione dei nostri interessi vede elencati lo studio della Meccanica Statistica dei sistemi*

*disordinati (vetri di spin, vetri strutturali, problemi dinamici, problemi di soddisfabilità), e la naturale*

*estensione di queste tecniche allo studio di altri sistemi vetrosi.*

*I sistemi disordinati sono oggi analizzati da molti gruppi, europei e non: la competizione e' molto forte, ed il nostro e' certamente uno dei gruppi leader. Le nostre tecniche di scelta sono sia puramente analitiche che numeriche.*

*Si e' studiato in dettaglio il comportamento di vetri di spin realistici in spazi con dimensione finita (3 o 4). Ci si chiede come le principali caratteristiche della soluzione di campo medio sopravvivano alle correzioni dovute ad una dimensionalita' finita.*

*Si sono studiati vetri di spin in 4 dimensioni, il rapporto fra l'approssimazione di Migdal-Kadanoff ed i veri modelli finito-dimensionali, la continuita' fra la teoria di campo medio e quella finito-dimensionale (definendo modelli che interpolano fra le due), si e' introdotto e discusso un nuovo parametro d'ordine utile a segnalare la rottura della simmetria delle repliche.*

*Lo studio degli aspetti dinamici della teoria si e' concentrato su fenomeni tipo "aging" e violazione del teorema di fluttuazione e dissipazione. Sono stati analizzati aspetti relativi all'universalita' del fenomeno.*

*Un altro aspetto dominante della nostra ricerca ha riguardato lo studio dell'applicabilita' della teoria delle repliche ai sistemi vetrosi. Da un lato sono stati studiati sistemi tipo p-spin (nella classe di universalita' del random energy model di Derrida), guardando alle correzioni dovute alla dimensionalita' finita, a modelli tridimensionali con comportamenti critici interessanti, a modelli disordinati di tipo Potts che non magnetizzano a basse temperature.*

## **2.6 Sintesi del programma di ricerca**

*Per quel che riguarda sistemi con disordine quenched, abbiamo intenzione di chiarire vari aspetti. In primo luogo ci interessa ottenere maggiori dettagli sulla struttura delle fasi nella regione di bassa temperatura in modelli finito-dimensionali, con particolare riguardo alle relazioni di ultrametricita'. Abbiamo anche intenzione di utilizzare a questo scopo nuove tecniche per trovare lo stato fondamentale di sistemi con un gran numero di gradi di liberta' (qualche migliaio).*

*Pensiamo inoltre di studiare in gran dettaglio, sia dal punto di vista numerico che dal punto di vista*

*analitico, il problema della  $K$  soddisfabilità, problema di estremo interesse sia teorico che pratico, ottenendo risultati esatti per la termodinamica e per la transizione di fase, risultati che saranno confrontati con le simulazioni numeriche.*

*L'applicazione di idee di rottura spontanea di simmetria allo studio di sistemi vetrosi e' un altro dei punti cruciali del nostro programma. Lo studio dei processi attivati termicamente nella regione di bassa temperatura (vicino alla transizione vetrosa) sara' perseguito sia per mezzo di simulazioni numeriche e del loro confronto il quadro teorico generale, sia sviluppando metodi analitici basati sulla teoria delle repliche. Vogliamo inoltre confrontare i risultati ottenuti per vetri fragili con le proprieta' di vetri duri (tipo silica). Intendiamo inoltre continuare lo studio dei processi dinamici, e delle violazioni del teorema di fluttuazione e dissipazione nella dinamica fuori dall'equilibrio dei sistemi disordinati, cercando di evidenziare le caratteristiche che piu' si prestano ad un possibile confronto con i futuri dati sperimentali.*

*In questi anni sono stati fatti notevoli progressi nello studio di sistemi "fortemente" disordinati. Molti di questi progressi si basano sul metodo delle repliche e/o su tecniche nuove (per esempio studio della dinamica debolmente fuori dall'equilibrio), ispirate al metodo delle repliche. Inoltre usando l'idea fruttuosa della stabilita' stocastica, si sono ottenute molte relazioni che non dipendono dai dettagli del sistema, relazioni che sono state in parte verificate numericamente e attendono una verifica (o una sconfessione) sperimentale che non dovrebbe tardare a venire.*

*Questa maggiore comprensione del metodo delle repliche ha permesso l'estensione dei risultati originariamente ottenuti nel caso di sistemi con disordine congelato (quenched) a sistemi con disordine puramente strutturale, per esempio i vetri.*

*La validita' di questo punto di vista in entrambi i casi non e' completamente acquisita e per arrivare a conclusioni al di la' di ogni ragionevole dubbio e' necessario un grande sforzo sia dal lato analitico, che dal lato computazione e dal lato sperimentale. In questo campo le simulazioni numeriche giocano, per alcuni versi, anche un ruolo integrativo e qualche volta sostitutivo degli esperimenti, che possono esser molto difficili a realizzare. L'aspetto che ci preme sottolineare e' quello guida, in cui simulazioni numeriche anticipano ed strutturano la preparazione e la realizzazione di veri esperimenti. Questo e' gia' avvenuto di recente, ad esempio, con la misura di lunghezze di correlazione in cui una divergenza come funzione del tempo e' stata notata prima numericamente e poi misurata in esperimenti. Una possibilita' auspicabile e' che lo stesso meccanismo si verifichi per le misure delle violazioni del teorema di fluttuazione e dissipazione che possono esser messe sotto un ottimo controllo teorico e numerico e per le quali sono in corso di preparazione raffinati esperimenti.*

*Lo studio della dinamica fuori dell'equilibrio e' uno degli strumenti necessari per raggiungere una maggiore comprensione teorica nel caso dei sistemi disordinati ed e' anche un problema di grande interesse*

*nel caso dei sistemi ordinati: basti pensare all'equazione di KPZ per la crescita delle superfici, per la quale il comportamento degli esponenti critici come funzione delle dimensionalita' rimane ancora elusivo.*

*I risultati principali che ci proponiamo di ottenere sono schematicamente i seguenti:*

#### **SISTEMI CON DISORDINE QUENCHED**

*a) Ottenere maggiori dettagli sulla struttura delle fasi nella regione di bassa temperatura in modelli finito-dimensionali, con particolare riguardo alle relazioni di ultrametricita'. Abbiamo anche intenzione*

*di utilizzare a questo scopo nuove tecniche per trovare lo stato fondamentale di sistemi con un gran numero di gradi di liberta'.*

*b) Ottenere risultati analitici e numerici sul problema della K soddisfabilita', sia su proprieta' generali del*

*paesaggio in energia, sia sui valori dei parametri che caratterizzano la transizione di fase. Un simile studio dovrebbe anche effettuarsi nel caso dei turbo codes.*

#### **DINAMICA FUORI DALL'EQUILIBRIO**

*a) Continuare lo studio dei processi dinamici, e delle violazioni del teorema di fluttuazione e dissipazione,*

*nei sistemi disordinati, cercando di evidenziare le caratteristiche che piu' si prestano ad un possibile confronto con i futuri dati sperimentali. Questo studio verra' effettuato sia su sistemi con disordine quenched, sia su sistemi Lennard Jones privi di disordine quenched. Il confronto dei risultati ottenuti in questi casi con quelli "debolemente" disordinati (per esempio Ising ferromagnetico diluito) dovrebbe essere*

*estremamente istruttivo. Quest'analisi e' uno dei punti chiave del nostro progetto.*

### **3. Elenco delle migliori pubblicazioni negli ultimi 5 anni**

## A) Pubblicazioni su riviste scientifiche

1. MARINARI V.; PARISI G. (2001). *On the Effects of a Bulk Perturbation on the Ground State of 3D Ising Spin Glasse* PHYSICAL REVIEW LETTERS. (vol. 86 pp. 3887-3890) cond-mat/0007493.
2. MARINARI V.; PARISI G. (2000). *Comment on Triviality of the Ground State Structure in Ising Spin Glasses* PHYSICAL REVIEW LETTERS. (vol. 85 pp. 3332) cond-mat/0002457.
3. MARINARI V.; PARISI G.; ZULIANI F. (2000). *Comment on Ising Spin Glasses in a Magnetic Field* PHYSICAL REVIEW LETTERS. (vol. 84 pp. 1056) cond-mat/9812401.
4. MARINARI V.; PARISI G.; RUIZ-LORENZO J. J.; ZULIANI F. (1999). *Comment on - Evidence for the Droplet/Scaling Picture of Spin Glasses -* PHYS. REV. LETT.. (vol. 82 pp. 5176) cond-mat/9812324.
5. MARINARI V.; NAITZA C.; PARISI G.; PICCO M.; RITORT F. (1998). *A General Method to Determine RSB Transitions* PHYSICAL REVIEW LETTERS. (vol. 81 pp. 1698) cond-mat/9802309.
6. MARINARI V.; MOSSA S.; PARISI G. (1999). *The Glassy Potts Model* PHYSICAL REVIEW B. (vol. 59 pp. 8401) cond-mat/9805300.
7. MARINARI V.; PARISI G. (2000). *On the Effects of Changing the Boundary Conditions on the Ground State of Ising Spin Glasses* PHYSICAL REVIEW B. (vol. 62 pp. 11677) cond-mat/0005047.
8. MARINARI V.; MARTIN-MAYOR V.; PAGNANI A. (2000). *SG Ordering in Diluted Magnetic Semiconductors: a MC Study.* PHYSICAL REVIEW B. (vol. 62 pp. 4999) cond-mat/0002327.
9. MARINARI V.; PAGNANI A.; PARISI G. (2000). *Critical Exponents of the KPZ Equation via Multi-Surface Coding Numerical Simulations* JOURNAL OF PHYSICS A-MATHEMATICAL AND GENERAL. (vol. 33 pp. 8181-8192) cond-mat/0005105.
10. MARINARI V.; PARISI G.; RICCI-TERSENGHI F.; ZULIANI F. (2000). *On the Use of Optimized Monte Carlo Methods for Studying Spin Glasses* JOURNAL OF PHYSICS A-MATHEMATICAL AND GENERAL. (vol. 34 pp. 383) cond-mat/0011039.
11. COLUZZI B.; MARINARI V.; PARISI G.; RIEGER H. (2000). *On the Energy Minima of the SK Model* JOURNAL OF PHYSICS A-MATHEMATICAL AND GENERAL. (vol. 33 pp. 2851) cond-mat/0003287.
12. MARINARI V.; PARISI G.; RICCI-TERSENGHI F.; RUIZ-LORENZO J. J.; ZULIANI F. (2000). *RSB in Short Range SG: a Review of the Theoretical Foundations and the Numerical Evidence* JOURNAL OF STATISTICAL PHYSICS. (vol. 98 pp. 973) cond-mat/9906076.
13. BILLOIRE A.; MARINARI V. (2000). *Evidence Against Temperature Chaos in Mean Field and Realistic Spin Glasses* JOURNAL OF PHYSICS A-MATHEMATICAL AND GENERAL. (vol. 33 pp. L265-L272) cond-mat/9910352.
14. MARINARI V.; PARISI G.; RICCI-TERSENGHI F.; RUIZ-LORENZO J. J. (2000). *Off-Equilibrium Dynamics at Very Low T in 3D SG* JOURNAL OF PHYSICS A-MATHEMATICAL AND GENERAL. (vol. 33 pp. 2373) cond-mat/9910023.
15. MARINARI V.; ZULIANI F. (1999). *Numerical Simulations of the 4D EA SG with Binary Couplings* J. PHYS. A. (vol. 32 pp. 7447) cond-mat/9904303.
16. MARINARI V.; NAITZA C.; PARISI G.; PICCO M.; RITORT F.; ZULIANI F. (1999). *Reply to the Comment by Bokil et al.* PHYSICAL REVIEW LETTERS. (vol. 82 pp. 5175) cond-mat/9811304.
17. MARINARI V. (1999). *Numerical Evidence for Continuity of Mean Field and Finite Dimensional Spin Glasses* PHYSICAL REVIEW LETTERS. (vol. 82 pp. 5175) cond-mat/9807261.

18. MARINARI V.; PARISI G.; RICCI-TERSENGHI F.; RUIZ-LORENZO J. J. (1998). *Small Window Overlaps Are Effective Probes of RSB in 3D SG* JOURNAL OF PHYSICS A. (vol. 31 pp. L481) cond-mat/9804017.
19. MARINARI V.; PARISI G.; RUIZ-LORENZO J. J. (1998). *Phase Structure of the 3D EA Spin Glass* PHYSICAL REVIEW B. (vol. 58 pp. 14852) cond-mat/9802211.
20. MARINARI V.; NAITZA C.; ZULIANI F. (1998). *Critical Behavior of the 4D Spin Glass in Magnetic Field* JOURNAL OF PHYSICS A-MATHEMATICAL AND GENERAL. (vol. 31 pp. 6355) cond-mat/9802224.
21. CHESSA A.; MARINARI V.; VESPIGNANI A.; ZAPPERI S. (1998). *Mean Field Behavior of the Sandpile Model Below the Upper Critical Dimension.* PHYSICAL REVIEW E. (vol. 57 pp. R6241) cond-mat/9802123.
22. MARINARI V.; STARIOLO D. (1998). *Off-Equilibrium Dynamics of a 4D Spin Glass with Asymmetric Couplings.* JOURNAL OF PHYSICS A-MATHEMATICAL AND GENERAL. (vol. 31 pp. 5021) cond-mat/9712106.
23. CHESSA A.; MARINARI V.; VESPIGNANI A. (1998). *Energy Constrained Sandpile Models* PHYSICAL REVIEW LETTERS. (vol. 80 pp. 4217) cond-mat/9712127.
24. MARINARI V.; PARISI G.; RICCI-TERSENGHI F.; RUIZ-LORENZO J. (1998). *Violation of the Fluctuation Dissipation Theorem in Finite Dimensional Spin Glasses* JOURNAL OF PHYSICS A-MATHEMATICAL AND GENERAL. (vol. 31 pp. 2611) cond-mat/9710120.
25. MARINARI V.; ROSSETTI D.; PARISI G. (1998). *Numerical simulations of the dynamical behaviour of the SK model* EUROPEAN PHYSICAL JOURNAL B. (vol. 2 pp. 495-500) cond-mat/9708025.
26. MARINARI V.; PARISI G.; ZULIANI F. (1998). *4D Spin Glasses in Magnetic Field have a Mean Field Like Phase.* JOURNAL OF PHYSICS A-MATHEMATICAL AND GENERAL. (vol. 31 pp. 1181) cond-mat/9703253.
27. INIGUEZ D.; MARINARI V.; PARISI G.; RUIZ-LORENZO J. (1997). *3D Spin Glass and 2D Ferromagnetic XY Model: a Comparison.* JOURNAL OF PHYSICS A-MATHEMATICAL AND GENERAL. (vol. 30 pp. 7337) cond-mat/9707050.

## **B) Pubblicazioni di volumi o saggi in volume**

1. MARINARI V.; PARISI G.; RUIZ-LORENZO J. J. (1999). *Comment on Numerical Study of Aging Dynamics in the 3D Ising Spin Glass Model* vol. cond-mat/9904321 pp. 1 .. LOS ALAMOS: cond-mat preprint (GEORGIA)
2. MARINARI V. (1997). *Calcolatori Dedicati alla Fisica Teorica* In AAVV Enciclopedia Treccani.: (GEORGIA)

## **C) Pubblicazioni su atti di convegni e congressi**

1. MARINARI V. (1999). *Numerical Simulations of Finite Dimensional Spin Glasses Show a Mean*

*Field Like Behavior International Congress of Mathematical Physics - ICMP '97. 1997. vol. XII pp. 159-166 edited by D. De Wit, A. J. Bracken, M.D. Gould and P. A. Pearce (International Press, Boston) cond-mat/9709165.*

**D) Altro (pubblicazioni non previste nei punti precedenti)**

#### **4. Richiesta di finanziamento del progetto**

		<b>Note (specificare in dettaglio le spese)</b>
<b>4.1 A) Totale spese per l'acquisto di apparecchiature scientifiche</b>	<b>20.000.000</b> (10329 Euro)	<b>2 pc bipentium, con schermi grandi. una stampante, uno scanner, due dispositivi di backup.</b>
<b>4.2 B) Spese generali per la ricerca</b>		
4.2.1 Materiali di consumo e manutenzione strumenti		
4.2.2 Missioni - Seminari	15.000.000 (7747 Euro)	collaborazioni scientifiche
4.2.3 Raccolta, codifica e elaborazioni dati		
4.2.4 Altre voci:		
	<b>TOTALE B</b> 15.000.000 (7747 Euro)	
<hr/>		
	<b>TOTALE A+B</b> 35.000.000 (18076 Euro)	

(\*) Nota: indicare per ogni strumentazione il costo come da preventivo, IVA inclusa.

#### **4.5 Finanziamenti ottenuti negli ultimi due anni**

	<b>Anno</b>	<b>Fondo assegnato</b>	<b>Fondo impegnabile</b>
<b>4.5.1</b>		<i>Voce A</i>	<i>Voce A</i>



	<i>Voce B</i>	<i>Voce B</i>
<b>4.5.2</b>	<i>Voce A</i>	<i>Voce A</i>
	<i>Voce B</i>	<i>Voce B</i>

**5. Parere del Dipartimento/Istituto di appartenenza del responsabile**

*Data delibera: 03/05/2001*

*Parere: POSITIVO*

Firma .....

Data 04/05/2001 10:43