

Curriculum Vitae di Roberto FREZZOTTI

Nato a Roma il 21/12/1966. Professore Associato di Fisica Teorica, Metodi e Modelli Matematici all'**Univ. di Roma Tor Vergata (UTOV)** da Novembre 2014, con abilitazione a Professore Ordinario in settore conc. 02/A2 da Gennaio 2014, rinnovata (procedura bando ASN2018) fino al 4 Settembre 2025.

Carriera accademica: laurea in Fisica (luglio 1991, relatore prof. G.C. Rossi, 110/110 cum laude) e Ph.D. in Fisica (1992-'95, supervisore prof. R. Petronzio) a UTOV.

Postdoc presso INFN/Roma2, DESY-Hamburg (con "A. von Humboldt fellowship"), Max Planck Institut fuer Physik-Munich, Univ. di Milano Bicocca e poi INFN/Milano. Associato scientifico al CERN – Theory Division da Marzo ad Agosto 2001 "on leave" da Univ. di Milano Bicocca. Ricercatore permanente a UTOV – Dipartimento di Fisica (Settembre 2005 - Ottobre 2014).

Insegnamento: corso di Laurea Triennale di "Metodi Matematici della Fisica (titolare dal 2013-'14 ad oggi) ed esercitazioni connesse (2005-'13); corsi di Laurea Magistrale di "Mathematical Methods for Physics" (in inglese) e "Fenomenologia delle Particelle Elementari" a UTOV - Dipartimento di Fisica. Lezioni in varie scuole di dottorato su QCD su reticolo ed applicazioni alla fisica delle alte energie. Membro dal 2014 ad oggi del collegio di dottorato in Fisica di UTOV; dal giugno 2018 membro del collegio dei docenti dell' European Joint Doctorate "Simulation in Multiscale physical and biological systems" (Stimulate).

Membro della Commissione Didattica del Dipartimento di Fisica UTOV dal 2013 al '16, e dal 2017 membro del Gruppo del Riesame per i corsi di laurea afferenti allo stesso dipartimento. Supervisore di circa 20 laureandi, alcuni dottorandi e cinque "postdoc fellow".

Ricerca: Teorie quantistiche di campo, simulazioni Monte Carlo di QCD su reticolo ed applicazioni alla Fisica delle Particelle Elementari, con focus su "flavour physics". Calcolo di masse adroniche, di elementi di matrice dell' Hamiltoniana effettiva debole (costanti di decadimento di pioni, K, D, Ds, B, Bs, fattori di forma di pioni e K, "bag-parameters" del mixing K⁰-antiK⁰, D⁰-antiD⁰, B⁰-antiB⁰), del coupling di gauge forte e delle masse dei quark u, d, s, c, b. La determinazione in QCD su reticolo di alcuni degli elementi di matrice adronici suddetti risulta cruciale per porre limiti assai stringenti sulla scala di nuova fisica in varie estensioni del Modello Standard (SM). Il calcolo di queste osservabili fisiche è stato effettuato (da principi primi e con incertezze ben controllate) tramite simulazioni Monte Carlo, per lo più tramite la formulazione reticolare della QCD nota come "twisted mass lattice QCD", proposta e sviluppata da me e collaboratori tra il 1999 e il 2004. Essa è stata applicata su larga scala dalla "European Twisted Mass Collaboration" (ETMC - <http://www-zeuthen.desy.de/~kjansen/etmc/> - spokesperson: Karl Jansen), uno dei gruppi leader a livello internazionale nello studio numerico della QCD in regime non-perturbativo e della "flavour physics" nei processi adronici.

Nel contesto di ETMC ho tra l'altro lavorato all'introduzione, ai test ed alle applicazioni di un nuovo metodo per lo studio su reticolo di "heavy-light mesons", noto come "ETMC ratio method". Tramite questo metodo è stato possibile calcolare in QCD (unquenched) su reticolo varie osservabili con quark "b" di valenza (costanti di decadimento, bag parameter, fattori di forma) e la massa rinormalizzata del quark "b" medesimo, ad un livello di precisione di eccellenza mondiale. Per lo svolgimento di queste ricerche ho anche partecipato a numerosi progetti di supercalcolo di livello sia nazionale (italiani, tedeschi, francesi) che europeo ("PRACE calls").

Negli ultimi anni ho sviluppato la mia attività in due nuove linee di ricerca. Da un lato, nell' ambito di ETMC ed anche tramite i progetti LIBETOV e PLNUGAMMA (su grant UTOV), ho collaborato alle

prime simulazioni reticolari di QCD+QED per il calcolo delle correzioni di "isospin-breaking" a varie osservabili adroniche, derivanti sia dalla differenza di massa tra quark up e down che dalle interazioni elettromagnetiche dei quark. L'inclusione di questi effetti di "isospin breaking", sebbene relativamente piccoli (dell'ordine del percento), è cruciale nello studio di precisione di certe osservabili adroniche già note molto precisamente in QCD, ai fini della ricerca indiretta di effetti di nuova fisica oltre lo SM. Dall'altro lato sto lavorando, insieme a collaboratori in Italia e Germania, alla formulazione e verifica numerica (via simulazioni su reticolo) di un nuovo meccanismo "non-perturbativo" in teorie di gauge non-Abeliane, che può spiegare in modo dinamico le masse dei fermioni e dei bosoni di gauge deboli e dare indicazioni accurate sulla scala di nuova fisica oltre lo SM. L'origine della massa delle particelle elementari è uno dei più importanti problemi non risolti dal successo dello SM: qui idee radicalmente nuove paiono necessarie al fine di comprendere in termini di dinamica e simmetrie ("naturalzza") il puzzle delle matrici di massa rilevanti per i quark e i leptoni, gli accoppiamenti del bosone di Higgs e soprattutto il rapporto tra la scala di rottura spontanea elettrodebole e le scale di quella nuova fisica che può gettare luce sulle grandi questioni aperte circa bariogenesi, dark-matter, neutrini, quantum gravity. A livello più tecnico, mi sono occupato infine di vari algoritmi di simulazione, tra cui quello del tipo "Polynomial Hybrid Monte Carlo" introdotto da K. Jansen e me, e di metodi di rinormalizzazione non-perturbativa (Schroedinger functional, RI-MOM), che sono essenziali per il calcolo di molte quantità nelle applicazioni fenomenologiche sopra menzionate. Ho coordinato molte campagne di simulazione relative ai progetti suddetti e sono membro fondatore della "European Twisted Mass Collaborations".

"Grants": Sono stato collaboratore ("key scientist") in 5 progetti PRIN/IT, e in 7 progetti PRACE/EU condotti su supercomputer di classe Tier0. Sono PI del progetto PRACE/EU "PLepNuGam – Radiative leptonic decays of light and heavy pseudoscalar mesons from Lattice QCD" (Ottobre 2018-Novembre 2019) con un "grant" di 45 Mcorehours sul supercomputer parallelo Marconi-KNL al CINECA). Sono stato PI del progetto LIBETOV (grant "Uncovering Excellence 2014", UTOV), collaboratore nel progetto PLNUGAMMA (grant "Mission Sustainability 2017", UTOV, coordinato da N. Tantalo) ed ora partecipo al progetto "Strong Interactions: from Lattice QCD to Strings, Branes and Holography" (grant "Beyond Borders 2019", UTOV, coordinato da M. Bianchi). Sono associato all'INFN con incarico di ricerca e membro delle iniziative specifiche denominate ENP (Exploring New Physics) e LQCD123 (Lattice QCD). Ho presentato e coordinato il progetto "HPC in strongly interacting gauge theories", finanziato per 64Keuro con assegno di ricerca INFN/CIPE. Sono membro del consorzio di European Joint Doctorate "Stimulate" (<http://www.stimulate-ejd.eu>), che ha durata quadriennale ed è finanziato (dal Giugno 2018) dalla Commissione Europea nel quadro di Horizon 2020 – Research and Innovation Framework, ai fini di un corso interdisciplinare di Ph.D. in "computational science", di cui sono parte essenziale le attività di ricerca in teorie di gauge su reticolo. Ho contribuito all'organizzazione di vari workshop e, in qualità di membro del LOC, della conferenza internazionale Lattice2010 (Giugno '10 -Villasimius (CA)). Da 19 anni sono referee di Phys.Rev.D.

Sono **coautore** di 63 articoli (con referee anonimi) + 66 tra proceeding indicizzati e altre pubblicazioni

- con h-index= 36 e circa 5400 citazioni su Google Scholar (v. mio profilo personale), tra cui 1 (8) articoli con oltre 500 (150) citazioni;
- con h-index= 41 e circa 6000 citazioni su database INSPIRE-HEP, tra cui 2 (18) articoli con oltre 400 (100) citazioni;
- con h-index = 33 e circa 3000 citazioni su database ISI Web of Science;
- con h-index = 34 e circa 3300 citazioni su database Scopus.

Appaio in lista "Top Italian Scientists", http://www.topitalianscientists.org/top_italian_scientists.aspx

Ho tenuto **circa 35 seminari su invito**, tra cui in particolare:

A) **"Talk" plenari** in congressi:

- Maggio 2002: convegno di Fisica Teorica - Cortona (AR, Italia);
titolo: QCD couplings, hadron matrix elements and the issue of lattice fermions.
- Giugno 2002: XX International Symposium on Lattice Field Theory,
MIT - Cambridge (Boston, Massachusetts USA);
titolo: Wilson fermions with chirally twisted mass.
- Giugno 2004: XXII International Symposium on Lattice Field Theory,
Fermilab - Batavia (Illinois, USA); titolo: Lattice twisted mass QCD.
- Ottobre 2015: 7th Bethe Workshop, Bad Honnef (Bonn), titolo:
Elementary particle masses: hierarchy and naturalness from non-perturbative dynamics.

B) **"Invited talks" in workshop** internazionali

- Luglio 1999: Summer Institute on Numerical Simulations of Field Theories
Gran Sasso National Laboratories, Assergi (AQ, Italia); titolo:
A local formulation of lattice QCD without unphysical fermion zero modes.
- Aprile 2000: workshop on "Current theoretical problems in lattice field theory", Ringberg (Baviera,
Germania); titolo: Non-perturbative scaling tests of twisted mass QCD with Wilson fermions.
- Marzo 2001: Joint Training Course of EU IHP Network on "Hadron phenomenology from lattice
QCD", Wuppertal (Germania); titolo: Twisted mass QCD.
- Maggio 2008: ECT*-Trento (IT), workshop "Perspectives and challenges for full QCD lattice
calculations"; titolo: Renormalization constants in $N_f=2$ MtmLQCD.
- Settembre 2012, GGI-Firenze, workshop "New Frontiers in Lattice Gauge Theory";
titolo: Kaon mixing beyond the SM from $N_f=2$ tmQCD.
- Settembre 2019, ECT*-Trento, workshop "LFC19: Strong dynamics for physics within and beyond
the Standard Model ..."; titolo: Elementary particle masses from a non-perturbative anomaly.

C) Altri **seminari su invito**:

- Settembre 2000: UKQCD Collaboration meeting, Univ. of Edinburgh (Scozia, Gran Bretagna);
titolo: Lattice twisted mass QCD with Wilson quarks.
- Giugno 2003: Univ. Bern, Physik Abteil. (Svizzera); titolo: Chirally improving Wilson fermions.
- Settembre 2003: CERN, Theory Division (Svizzera); titolo: Chirally improving Wilson fermions.
- Gennaio 2004: Laboratorio DESY-Hamburg (Germania); titolo: Chirally improving Wilson fermions.
- Maggio 2004: CPT-Marseille ed Ecole Polytechnique-Palaiseau (Francia);
titolo: Four fermion operators in twisted mass lattice QCD.
- Giugno 2007: LAL-Orsay (Francia), CNRS National Meeting of GDR "Physique subatomique et
calculs sur reseau" of the CNRS; review (2 ore): Lattice QCD with chirally twisted Wilson fermions.
- Dicembre 2014: CP3-Origins (Univ. of South-Denmark) Odense (Danimarca);
titolo: A non-perturbative mechanism for elementary particle mass.
- Aprile 2016: ETH and University of Zurich (Svizzera); titolo:
Mass hierarchy and naturalness from TeV scale strong dynamics.
- Maggio 2019: IFAE, Univ. Autonoma de Barcelona (Spagna); titolo: Non-perturbative origin of
elementary particle mass? Basic mechanism and phenomenological implications.
- Giugno 2019: Università di RomaTre – Roma; titolo: Non-perturbative origin of elementary particle
mass? Basic mechanism and phenomenological implications.