

## ALLEGATO B

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO

selezione pubblica per n. 1 posto/i di Ricercatore a tempo determinato in tenure track (RTT)  
per il settore concorsuale 02/A2 - Fisica Teorica delle Interazioni Fondamentali \_\_\_\_\_ ,  
settore scientifico-disciplinare FIS/02 - Fisica Teorica Modelli e Metodi Matematici \_\_\_\_\_  
presso il Dipartimento di FISICA "ALDO PONTREMOLI" \_\_\_\_\_ ,  
(avviso bando pubblicato sulla G.U. n. 49 del 18/06/2024) Codice concorso 5577 \_

## Marco Letizia CURRICULUM VITAE

### INFORMAZIONI PERSONALI

COGNOME	LETIZIA
NOME	MARCO
PAGINA WEB	<a href="https://mletizia.github.io/">HTTPS://MLETIZIA.GITHUB.IO/</a>
GITHUB	<a href="https://github.com/mletizia">HTTPS://GITHUB.COM/MLETIZIA</a> <a href="https://github.com/falconhep">HTTPS://GITHUB.COM/FALCONHEP</a>

### TEMI DI RICERCA E PAROLE CHIAVE

Machine learning per la fisica delle alte energie; fisica teorica; statistica; test d'ipotesi; ricerche di nuova fisica model-independent; machine learning efficiente; fast simulation; stima di densità e campionamento; modelli generativi; valutazione e validazione di modelli.

### TITOLI

#### TITOLO DI STUDIO

Laurea Magistrale in Fisica [LM - Ordin. 2011] (classe LM-17)  
Sapienza - Università di Roma  
Data di conseguimento: 30/01/2013  
Titolo Tesi: Aspetti della localizzazione in teoria quantistica dei campi polymer  
Relatore: Giovanni Amelino Camelia  
Voto: 110/110 *cum laude*

Laurea Triennale in Fisica [L-509 - Ordin. 2007] (classe 25)  
Sapienza - Università di Roma  
Data di conseguimento: 24/09/2010  
Titolo Tesi: Quantizzazione di tipo polymer e natura discreta dello spazio  
Relatore: Giovanni Montani  
Voto: 101/110

#### TITOLO DI DOTTORE DI RICERCA O EQUIVALENTI, OVVERO, PER I SETTORI INTERESSATI, DEL DIPLOMA DI SPECIALIZZAZIONE MEDICA O EQUIVALENTE, CONSEGUITO IN ITALIA O ALL'ESTERO

Dottorato di ricerca *cum laude* in Fisica Astroparticellare  
International School for Advanced Studies (SISSA) - Trieste  
Data di conseguimento: 14/09/2017  
Titolo tesi: Probing the spacetime fabric: from fundamental discreteness to quantum geometries  
Relatore: Stefano Liberati

## CONTRATTI DI RICERCA, ASSEGNI DI RICERCA O EQUIVALENTI

gen 2020-in corso: Assegnista di ricerca  
Dipartimento di Informatica, Bioingegneria, Robotica e Ingegneria dei Sistemi (DIBRIS), Università di Genova, Genova, Italia

gen 2018-dic 2019: Ricercatore post-dottorato  
Dept. of Applied Mathematics, University of Waterloo, Waterloo, Ontario - Canada  
Finanziato da Fondazione Angelo Della Riccia e The Foundation Blanceflor (dettagli sotto)

## FINANZIAMENTI E PARTECIPAZIONE A PROGETTI

2020-in corso: Membro del progetto ERC “Efficient algorithms for sustainable machine learning” (responsabile Prof. Lorenzo Rosasco)  
Responsabile dell’attività di ricerca sull’uso del machine learning in fisica delle alte energie

gen 2024-in corso: Finanziamento su PNRR Banca Intesa Sanpaolo/Università di Padova (60k euro)  
Sviluppo di tecniche di machine learning per la rilevazione di attività bancarie fraudolente.  
Co-autore e co-investigatore con Prof. Marco Zanetti.  
Supervisore del borsista Pietro Cappelli.

2023-in corso: Comprehensive Multiboson Experiment-Theory Action (COMETA) - COST Action  
Co-autore della sezione su machine learning.

giugno 2018-maggio 2019: Borsa di ricerca dalla Fondazione Blanceflor (140k SEK)

2018,2019: Due borse di ricerca dalla Fondazione Angelo Della Riccia (29.9k euro)

2013-2017: Membro del progetto “Probing the emergent spacetime fabric: theory and phenomenology”  
John Templeton Foundation 2015 (responsabile Prof. Stefano Liberati)

2013-2017 Borsa di dottorato - Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati (SISSA), Trieste.

## ATTIVITÀ DIDATTICA A LIVELLO UNIVERSITARIO IN ITALIA O ALL'ESTERO

2024 (secondo semestre): Università di Genova - supporto alla didattica  
Teoria dell’informazione e inferenza (10h)

2023 (secondo semestre) :Università di Genova - supporto alla didattica  
Teoria dell’informazione e inferenza (20h)

2022 (secondo semestre): Università di Genova - supporto alla didattica  
Teoria dell’informazione e inferenza (20h)

2021 (secondo semestre): Università di Genova - supporto alla didattica  
Advanced Machine Learning (20h)

2020 (secondo semestre): Università di Genova - supporto alla didattica  
Advanced Machine Learning (20h)

2019 (sessione autunnale): University of Waterloo - docente  
Minicorso: Introduction to deep learning for applied mathematicians (10h)

2016 July 24 - Aug 2: Petnica Science Center - Valjevo, Serbia - esercitazioni (7h)  
Summer School on General Relativity

## SUPERVISIONI E MENTORING

2024 (in corso): Pietro Cappelli (borsista pre-doc in Fisica - Università di Padova)  
Supervisione nel contesto del progetto PNRR Banca Intesa Sanpaolo/Università di Padova

2020-2023: Marco Rando (Dottorato di Ricerca in Computer Science - Università di Genova)  
Attività di mentoring (supervisore Prof. Lorenzo Rosasco)

2023: Gabriele Bortolai (Laurea Magistrale in Fisica - Università di Genova)  
Co-supervisione con Prof. Simone Marzani

2023: Alireza Molla Ali Hosseini (Laurea Magistrale in Physics of data - Università di Padova)  
Co-supervisione con Prof. Marco Zanetti

2022: Gianvito Losapio (Laurea Magistrale in Computer Science - Università di Genova)  
Co-supervisione con Prof. Lorenzo Rosasco

2022: Filippo Labate (Laurea Triennale in Informatica - Università di Genova)  
Co-supervisione con Prof. Lorenzo Rosasco

## REALIZZAZIONE DI ATTIVITÀ PROGETTUALE

2020-2023: Co-organizzatore di workshops con scadenza annuale  
Laboratory for Computational and Statistical Learning, Machine Learning Genoa Center - Università di Genova

2020-2022: Co-organizzatore dei meeting di gruppo e dei seminari  
Laboratory for Computational and Statistical Learning, Machine Learning Genoa Center - Università di Genova

4-7 luglio 2017: Membro del Local Organizing Committee  
Conferenza - Probing the spacetime fabric: from concepts to phenomenology  
Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati (SISSA), Trieste

2015-2017: Co-organizer of the gravity group journal club  
Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati (SISSA), Trieste

## PERCORSO ACCADEMICO ED INTERESSI DI RICERCA

Il mio lavoro di ricerca si posiziona all'intersezione tra il machine learning e la fisica delle alte energie. Il mio percorso accademico è infatti diviso in due parti che contribuiscono alla definizione del mio profilo e mi permettono di lavorare in maniera proficua in questo settore.

Mi sono laureato in fisica alla Sapienza (Roma), dove ho seguito un curriculum di fisica teorica con un focus sulla teoria quantistica dei campi e gravità classica e quantistica. Mi sono laureato sotto la supervisione del Prof. Giovanni Amelino Camelia. Ho ricevuto il mio dottorato dalla Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati (SISSA, Trieste) in Fisica Astroparticellare nel 2017, sotto la supervisione del Prof. Stefano Liberati. Ho speso i successivi due anni come ricercatore postdoc all'Università di Waterloo e al Perimeter Institute (Waterloo, Ontario, Canada), al Physics of Information Lab del Prof. Achim Kempf. In questa fase, ho lavorato su aspetti formali e fenomenologici di teorie di campo nel contesto di teorie quantistiche e semi-classiche di gravità, con particolare focus su aspetti legati alle simmetrie di Lorentz su spaziotempi discreti e alla teoria dell'informazione (per esempio entropia di entanglement, information loss paradox e radiazione di Hawking).

Il Canada è emerso negli anni come hub importante per l'intelligenza artificiale e, motivato dall'ambiente stimolante e dalla volontà di spostarmi su ambiti di ricerca più in contatto con i dati, ho rivolto la mia attenzione verso il machine learning. Sono successivamente entrato in contatto con il Prof. Lorenzo

Rosasco (Università di Genova), un esperto di machine learning riconosciuto al livello internazionale. Il prof. Rosasco aveva da poco ottenuto un grant ERC per lo sviluppo di algoritmi di apprendimento efficienti e sostenibili e cercava una figura che potesse rappresentare un contatto con la comunità di fisica delle alte energie. Nel 2020 ho dunque ottenuto un assegno di ricerca per far parte del suo gruppo al Machine Learning Genoa Center, un centro interdipartimentale tra il Dipartimento di Informatica e il Dipartimento di Matematica dell'Università di Genova. In questo contesto, ho avuto l'opportunità di integrarmi in un gruppo composto di esperienze di diverso tipo, dagli aspetti statistici del learning, passando per la matematica dell'ottimizzazione, fino alle applicazioni in computer vision e imaging.

La risultante di questo percorso è un curriculum unico che mi permette di interagire in maniera sicura con le comunità della fisica fondamentale e di computer science.

Il focus attuale della mia ricerca è lo sviluppo di metodologie basate sul machine learning per i test d'ipotesi multivariati e su larga scala per la fisica delle particelle. Questo tema si posiziona all'intersezione della statistica, del machine learning e della fisica delle alte energie. Il machine learning fornisce strumenti molto promettenti per potenziare l'analisi dati nelle direzioni di approcci più inclusivi. In questo contesto, ho sviluppato tecniche data-driven basate su metodi kernel, flessibili e robuste, per goodness-of-fit e ricerche di nuova fisica model-independent. Il risultato del mio lavoro si è concretizzato in un modello che è ordini di grandezza più veloce di precedenti implementazioni basate su reti neurali, senza perdite sensibili di prestazioni e con innumerevoli opportunità di applicazioni. Per esempio, oltre alla ricerca di nuova fisica, mi sono occupato dell'utilizzo questa tipologia di tecniche in un contesto più strettamente legato all'apparato sperimentale, ovvero il data quality monitoring dove la rapidità di risposta dell'algoritmo di analisi è fondamentale.

Un altro aspetto della mia ricerca si incentra sullo studio di metodologie basate sul deep learning per l'accelerazione delle simulazioni. Questo obiettivo è in fatti fondamentale per avere l'opportunità di processare in maniera adeguata la quantità di dati attesa nella fase di alta luminosità ad LHC. Affronto questo tema su diversi fronti. Da una parte lavoro sullo sviluppo di approcci robusti per la stima di densità che si basano sull'ipotesi che i dati sono supportati su manifold di dimensionalità intrinseca più bassa di quella ambiente (manifold hypothesis), implementando strategie sfruttano tecniche di riduzione della dimensionalità in congiunzione con tecniche di stime di densità neurali. D'altra parte la messa in produzione di questi strumenti richiede uno studio approfondito sulla loro affidabilità e la qualità dei risultati. In questo senso, e in connessione con i temi introdotti in precedenza, mi occupo di metodi di valutazione e validazioni di generatori di dati, intesi come modelli generativi basati su deep learning ma anche di metodi Monte Carlo più tradizionali.

Tra le direzioni di ricerca più interessanti che estendono il mio lavoro, è importante menzionare la trattazione degli errori sistematici nelle analisi dati. Diverse tecniche sono state sviluppate nella letteratura statistica e di fisica delle alte energie. Ciononostante, queste non sono immediatamente applicabili al contesto delle analisi signal-agnostic basate sul machine learning. L'implementazione di metodi basati sul profiling o la marginalizzazione di variabili nuisance nel contesto di tecniche di learning rappresenta un obiettivo importante della mia ricerca nel breve e medio termine e di cruciale importanza per una messa in produzione di queste metodologie in maniera affidabile e robusta. Dal punto di vista più algoritmico, una serie di risultati per incrementare l'efficienza degli algoritmi di learning in combinazione con tecniche avanzate di model selection per aumentare la sensibilità delle analisi dati possono essere esplorate. Queste includono risultati recenti riguardo l'approssimazioni low-rank di matrici kernel, che offrono metodologie di compressione senza perdita di informazione. D'altra parte, il mio lavoro su tecniche di test d'ipotesi ha dei punti di contatto naturali con il recente interesse nello sviluppo di metodi fondazionali nel contesto del deep learning, sia per la validazione di questi approcci che per aumentare l'efficienza delle analisi in alte dimensioni e in caso di scarsità di dati. Infine, come obiettivo di medio e lungo termine, ho intrapreso lo studio di tecniche di sampling nel contesto di approcci legate alla teoria del trasporto ottimale e di deep learning.

Questi temi di ricerca hanno un forte valore intrinseco ed offrono molte opportunità di espansione verso altri settori di ricerca nelle scienze fisiche, inclusa la cosmologia e l'astrofisica, per esempio tramite l'estensione verso metodologie di natura più bayesiana.

Accanto alla mia attività di ricerca principale, mi sono costantemente impegnato in attività collaborative con altri membri del gruppo di ricerca e di mentoring con studenti e giovani ricercatori, sia per quanto riguarda l'attività scientifica che la carriera accademica.

## **PRODUZIONE SCIENTIFICA**

### **PUBBLICAZIONI SCIENTIFICHE**

Pubblicazioni su riviste internazionali:

1. A. Coccaro, M. Letizia, H. Reyes-González, and R. Torre, “Comparison of affine and rational quadratic spline coupling and autoregressive flows through robust statistical tests,” arXiv:2302.12024 [stat.ML]. To appear in Symmetry.
2. G. Grosso, M. Letizia, M. Pierini, and A. Wulzer, “Goodness of fit by Neyman-Pearson testing,” SciPost Phys. 16 (2024) 123, DOI: 10.21468/SciPostPhys.16.5.123, arXiv:2305.14137 [hep-ph]
3. G. Grosso, N. Lai, M. Letizia, J. Pazzini, M. Rando, L. Rosasco, A. Wulzer, M. Zanetti, “Fast kernel methods for data quality monitoring as a goodness-of-fit test,” Mach. Learn. Sci. Tech. 4 (2032) 3, 035029, DOI: 10.1088/2632-2153/acebb7, arXiv:2303.05413 [hep-ex].
4. M. Letizia, G. Losapio, M. Rando, G. Grosso, A. Wulzer, M. Pierini, M. Zanetti, and L. Rosasco, “Learning new physics efficiently with nonparametric methods,” Eur. Phys. J. C 82 no. 10, (2022) 879, DOI: 10.1140/epjc/s10052-022-10830-y, arXiv:2204.02317 [hep-ph].
5. Y. K. Yazdi, M. Letizia, and A. Kempf, “Lorentzian Spectral Geometry with Causal Sets,” Class. Quant. Grav. 38 no. 1, (2021) 015011, DOI: 10.1088/1361-6382/abc3f8, arXiv:2008.02291 [hep-th].
6. M. Arzano, L. Brocki, J. Kowalski-Glikman, M. Letizia, and J. Unger, “Quantum ergosphere and brick wall entropy,” Phys. Lett. B 797 (2019) 134887, DOI: 10.1016/j.physletb.2019.134887, arXiv:1901.09599 [gr-qc].
7. A. Belenchia, M. Letizia, S. Liberati, and E. D. Casola, “Higher-order theories of gravity: diagnosis, extraction and reformulation via non-metric extra degrees of freedom-a review,” Rept. Prog. Phys. 81 no. 3, (2018) 036001, DOI: 10.1088/1361-6633/aaa4ab, arXiv:1612.07749 [gr-qc].
8. A. Belenchia, D. M. T. Benincasa, M. Letizia, and S. Liberati, “On the Entanglement Entropy of Quantum Fields in Causal Sets,” Class. Quant. Grav. 35 no. 7, (2018) 074002, DOI: 10.1088/1361-6382/aaae27, arXiv:1712.04227 [gr-qc].
9. M. Letizia and S. Liberati, “Deformed relativity symmetries and the local stricutre of spacetime,” Phys. Rev. D 95 no. 4, (2017) 046007, DOI: 10.1103/PhysRevD.95.046007, arXiv:1612.03065 [gr-qc].
10. R. G. Torromé, M. Letizia, and S. Liberati, “Phenomenology of effective geometries from quantum gravity,” Phys. Rev. D 92 no. 12, (2015) 124021, DOI: 10.1103/PhysRevD.92.124021, arXiv:1507.03205 [gr-qc].
11. M. Arzano and M. Letizia, “Localization and diffusion in polymer quantum field theory,” Phys. Rev. D 90 no. 10, (2014) 104036, DOI: 10.1103/PhysRevD.90.104036, arXiv:1408.2959 [gr-qc].

Atti di convegno:

12. P. D. Alfano, M. Rando, M. Letizia, F. Odone, L. Rosasco, and V. P. Pastore, “Efficient unsupervised learning for plankton images,” in 2022 26th International Conference on Pattern Recognition (ICPR), pp. 1314-1321, IEEE. 2022. DOI: 10.1016/j.imavis.2023.104764, arXiv:2209.06726 [cs.CV].

Contributi a workshops:

13. J.C.Cresswell, B.L.Ross, G.Loaiza-Ganem, H.Reyes-Gonzalez, M.Letizia, and A.L.Caterini, "CaloMan:Fast generation of calorimeter showers with density estimation on learned manifolds," in *36th Conference on Neural Information Processing Systems: Workshop on Machine Learning and the Physical Sciences*. 11, 2022. arXiv:2211.15380 [hep-ph].
14. M. Letizia, G. Grosso, A. Wulzer, M. Zanetti, J. Pazzini, M. Rando, N. Lai, "A fast and flexible machine learning approach to data quality monitoring," in *36th Conference on Neural Information Processing Systems: Workshop on Machine Learning and the Physical Sciences*. 11, 2022. arXiv:2301.08917 [hep-ex].
15. G. Grosso, M. Letizia, A. Wulzer, M. Pierini, "How good is the Standard Model? Machine learning multivariate Goodness of Fit tests," in *36th Conference on Neural Information Processing Systems: Workshop on Machine Learning and the Physical Sciences*. 11, 2022.
16. M. Letizia, L. Rosasco, M. Rando, G. Losapio, "Efficient kernel methods for model-independent new physics searches," in *35th Conference on Neural Information Processing Systems: Workshop on Machine Learning and the Physical Sciences*. 11, 2021

Tesi di dottorato:

17. M. Letizia "Probing the spacetime fabric: from fundamental discreteness to quantum geometries" <https://iris.sissa.it/bitstream/20.500.11767/57087/4/PhDThesis%20MarcoLetizia.pdf>

#### ATTIVITÀ DI RELATORE A CONGRESSI E CONVEGNI NAZIONALI E INTERNAZIONALI

- 30 apr-3 mag 2024: Learning new physics with a (kernel) machine  
EuCAIFCon (poster) Amsterdam, The Netherlands
- 15-17 apr 2024: Exploring evaluation methods for generative models in HEP  
Laboratori nazionali di Frascati (talk), Frascati, Italy
- 4-7 mar 2024: Learning new physics with a (kernel) machine  
AISSAI - Anomaly Detection workshop (talk) Clermont-Ferrand, France
- 27 feb-1 mar 2024: Kernel methods for new physics searches  
1<sup>st</sup> COMETA General Meeting (invited talk) Izmir, Turkey
- 6-10 nov 2023: The New Physics Learning Machine  
ML4Jets2023 (talk) DESY, Hamburg, Germany
- 20-22 set 2023: Efficient kernel methods for statistical hypothesis testing  
PRIMO Workshop 2023 (talk) University of Bari, Bari, Italy
- 5-9 set 2022: A flexible and efficient machine learning approach for data quality monitoring  
Second MODE Workshop on Differentiable Programming for Experimental Design (poster) Crete, Greece
- 22 ago-20 set 2022: Efficient nonparametric methods for statistical anomaly detection  
Machine Learning at GGI (talk) Florence, Italy
- 13 dic 2021: Efficient kernel methods for model-independent new physics searches  
Machine Learning and the Physical Sciences, NeurIPS (poster) Virtual only
- 29 nov-3 dic 2021: Efficient kernel methods for large scale problems in HEP

International Workshop on Advanced Computing and Analysis Techniques in Physics Research (poster) Virtual only

9-13 set 2019: Causal Sets and Scalar Fields  
Quantum gravity and matter (talk). IWH Heidelberg

24-27 set 2018: Algebraic aspects of quantum fields in causal sets and entanglement entropy  
Relativistic Quantum Information North 2018 (talk) University of Vienna

23-28 lug 2018: Quantum fields on causal sets and entanglement entropy  
International Congress on Mathematical Physics (talk) Montreal, QC, Canada

12-13 mag 2017: Deformed relativity symmetries and Finsler geometry  
UCSS Workshop on Finsler Geometry and Lorentz Violation (invited talk) Indiana University, Bloomington

4-7 lug 2016: Phenomenology of effective geometries from quantum gravity  
XXXVII Max Born Symposium (talk) Faculty of Physics and Astronomy - Wroclaw, Poland

#### VISITE E SEMINARI SU INVITO

01-07 lug 2024: Learning new physics with a kernel machine  
RWTH AACHEN UNIVERSITY, Aachen, Germany

11-13 gen 2024: Learning new physics with a (kernel) machine: GoF via Neyman-Pearson testing  
CNRS lab L2IT, Toulouse, France

16-21 apr 2023: Kernel methods for goodness of fit and data quality monitoring  
IAFE (talk), Barcelona, Spain

28 mag 2023: Goodness-of-fit with efficient machine learning  
Dipartimento di Fisica - Sapienza (talk), Roma, Italy

15 mag 2023: Fast classifier-based goodness of fit test for online data quality monitoring  
ML-INFN (remote talk)

23 feb 2023: Modern kernel methods for fast two-sample testing  
CEA LIST (remote talk), Paris, France

#### ALTRO

- Referee per: Mach.Learn.Sci.Tech., Class.Quant.Grav., Phys.Rev.D, SciPost Phys, NeurIPS-MLPS.
- Lingue: Italiano (madrelingua), Inglese (C1).
- Linguaggi di programmazione, librerie e softwares: Python; librerie standard per lo sviluppo di algoritmi di machine learning (TensorFlow e Pytorch); Wolfram Mathematica.

#### CONTATTI DI RIFERIMENTO

Prof. Lorenzo Rosasco - Università di Genova: [lorenzo.rosasco@unige.it](mailto:lorenzo.rosasco@unige.it)  
Prof. Marco Zanetti - Università di Padova: [marco.zanetti@unipd.it](mailto:marco.zanetti@unipd.it)  
Dr. Maurizio Pierini - CERN: [Maurizio.Pierini@cern.ch](mailto:Maurizio.Pierini@cern.ch)

Data

18/07/2024

Luogo

Genova