

**MINISTERO DELL'UNIVERSITÀ E DELLA RICERCA**Modulo Proposta Accreditamento dei dottorati - a.a. 2024/25 - Ciclo 40°  
codice = DOT1608375**Denominazione corso di dottorato: SISTEMI COMPLESSI PER LE SCIENZE FISICHE, SOCIO-ECONOMICHE E DELLA VITA****1. Informazioni generali****Corso di Dottorato**

<b>Il corso è:</b>	Rinnovo	
<b>Denominazione del corso</b>	SISTEMI COMPLESSI PER LE SCIENZE FISICHE, SOCIO-ECONOMICHE E DELLA VITA	
<b>Cambio Titolatura?</b>	NO	
<b>Ciclo</b>	40	
<b>Data presunta di inizio del corso</b>	01/10/2024	
<b>Durata prevista</b>	3 ANNI	
<b>Dipartimento/Struttura scientifica proponente</b>	Fisica ed Astronomia "Ettore Majorana"	
<b>Numero massimo di posti per il quale si richiede l'accreditamento ai sensi dell'art 5 comma 2 del DM 226/2021</b>	15	
<b>Dottorato che ha ricevuto accreditamento a livello internazionale (Joint Doctoral Program):</b>	NO	se altra tipologia: -
<b>Il corso fa parte di una Scuola?</b>	NO	
<b>Presenza di eventuali curricula?</b>	NO	
<b>Link alla pagina web di ateneo del corso di dottorato</b>	<a href="http://www.dfa.unict.it/content/dottorato-sistemi-complessi-le-scienze-fisiche-socio-economiche-e-della-vita">http://www.dfa.unict.it/content/dottorato-sistemi-complessi-le-scienze-fisiche-socio-economiche-e-della-vita</a>	

**Descrizione del progetto formativo e obiettivi del corso****Descrizione del progetto:**

La ricerca sui sistemi complessi ha avuto, negli ultimi 20 anni, un rapido sviluppo coinvolgendo aree scientifiche molto diverse fra loro ed aprendo nuove direzioni di ricerca con risultati e ricadute applicative molto interessanti e promettenti. Queste tematiche spesso non trovano però spazio nei corsi di laurea magistrale tradizionali nonostante le figure professionali con questo tipo di formazione siano oggi molte richieste dal punto di vista lavorativo sia da aziende che dalla pubblica amministrazione. Dall'esigenza multidisciplinare di colmare questa importante lacuna, è nato nel 2016 questo corso di Dottorato, quasi unico in Italia, che si avvale della proficua collaborazione scientifica di diversi docenti di fisica, informatica, ingegneria, biologia, medicina e scienze sociali ed economiche dell'Università di Catania che da anni lavorano su sistemi complessi di varia natura. Lo scopo principale del corso è quindi quello di formare dottorandi provenienti da aree diverse con quelle conoscenze specifiche sui sistemi complessi e le tecniche matematiche quantitative per trattare dal punto di vista statistico-informatico ed in modo rigoroso grandi moli di varia natura che consentano di trovare dei modelli teorici con soluzioni innovative per problemi quali il cambiamento climatico, la transizione ecologica, la medicina personalizzata, il contenimento delle epidemie, la gestione delle smart cities ed altro ancora.

**Obiettivi del corso:**

L'obiettivo di questo Corso di Dottorato è quello di fornire allo studente solide conoscenze scientifiche nel campo dei Sistemi Complessi, permettendogli di acquisire tecniche di modellizzazione e di analisi quantitative, sia fisico-statistiche che informatiche, dedicate ai sistemi complessi di vario genere e ai big data, oltre a capacità autonome di progettazione ed esecuzione della ricerca. Gli studenti acquisiranno una formazione interdisciplinare attraverso una addizionale attività didattica rispetto a quella fornita dai corsi di Laurea disciplinari di origine (Biologia, Medicina, Matematica, Informatica, Fisica, Ingegneria, Economia e Scienze Sociali) e soprattutto attraverso l'addestramento all'attività di ricerca su tematiche interdisciplinari di frontiera all'interno di gruppi con qualificate competenze scientifiche internazionalmente riconosciute. Vista l'ampia gamma delle discipline in gioco, saranno attivati percorsi con profili formativi specifici, ma con una base matematica e computazionale comune, che coinvolgeranno le principali aree tematiche di interesse per questo dottorato di Sistemi Complessi ovvero: tecniche statistiche di analisi, modellizzazione e data mining di big data, modellizzazione ed efficienza di sistemi sociali, economici e finanziari nell'ambito dell'econofisica, applicazioni di teoria delle reti complesse, smart cities e sistemi di mobilità, scienze della vita e bioinformatica.

**Sbocchi occupazionali e professionali previsti**

Per chi accede a un dottorato innovativo e quasi unico nel panorama nazionale come questo sui sistemi complessi in scienze fisiche, socio-economiche e della vita, gli sbocchi occupazionali sono molteplici e vanno oltre quelli tradizionali che indirizzano verso la carriera accademica o l'attività di ricerca presso enti di ricerca e laboratori sia nazionali che esteri. Più in particolare, il carattere fortemente applicativo ed interdisciplinare di questo dottorato grazie alla formazione interdisciplinare sui sistemi complessi di varia natura forma delle figure professionali fortemente richieste oggi dal mercato del lavoro sia presso aziende e start-up che presso la pubblica amministrazione. La formazione ricevuta permette ai dottori di ricerca che terminano il percorso un facile e proficuo inserimento anche presso aziende di consulting che si occupano di social media, analisi finanziarie e big data, oppure ancora presso enti pubblici, aziende ospedaliere e farmaceutiche, banche e assicurazioni. Tutti i dottorandi che hanno già completato il percorso formativo, svolgendo quasi sempre anche un periodo di studio all'estero presso prestigiosi centri di ricerca internazionali, hanno poi trovato facilmente uno sbocco lavorativo o in Italia o all'estero.

**Sede amministrativa**

<b>Ateneo Proponente:</b>	Università degli Studi di CATANIA
<b>N° di borse finanziate</b>	7
<b>di cui DM 630 (Investimento 3.3):</b>	3
<b>di cui DM 629 (Investimento 3.4):</b>	
<b>di cui DM 629 (Investimento 4.1 generici):</b>	
<b>di cui DM 629 (Investimento 4.1 P.A.):</b>	
<b>di cui DM 629 (Investimento 4.1 Patrimonio culturale):</b>	
<b>Sede Didattica</b>	Catania

**Coerenza con gli obiettivi del PNRR**

In coerenza e conformità con gli obiettivi del PNRR le borse di dottorato saranno utilizzate per sviluppare dei progetti su tematiche di ricerca innovative volte ad apportare un significativo sviluppo della conoscenza, anche applicata ed in collaborazione con imprese nel campo dei sistemi complessi. Verrà anche promossa una attività interdisciplinare, cercando soluzioni avanzate per una transizione ecologica e sostenibile in collaborazione anche con reti di ricerca internazionali. I dottorandi beneficiari di queste borse svolgeranno la loro ricerca per un minimo di almeno 6 mesi all'estero presso qualificati e prestigiosi centri di ricerca internazionali ed usufruiranno di avanzate strutture operative e scientifiche per le loro attività di studio e ricerca. I risultati di questi progetti di ricerca, nel rispetto della tutela della proprietà intellettuale, saranno comunque resi sempre accessibili attraverso pubblicazioni su riviste internazionali di tipo Open Access e banche dati aperte che ne possano garantire il pubblico accesso. Sarà svolta anche una attività di disseminazione e di divulgazione attraverso attività di terza missione e comunicazioni sui social media.

**Tipo di organizzazione**

1) Dottorato in forma non associata (Singola Università/Istituzione)

**Imprese (ACCREDITAMENTO AI SENSI DEL DM 226/2021).**

n.	Nome dell'impresa	C.F./P.IVA **	Sito Web e/o Indirizzo sede legale	Paese	Consorzio/Convenzionato	Sede di attività formative	N. di borse finanziate o per le quali è in corso la richiesta di finanziamento	Importo previsto del finanziamento per l'intero ciclo	Data sottoscrizione convenzione/consorzio	N. di cicli di dottorato coperti dalla convenzione	PDF Convenzione (se consorzio l'Atto costitutivo e statuto) o finanziamento accordato per i dottorati in forma non associata. (*)	Ambito di attività economica dell'Istituzione e/o Descrizione attività R&S	Qualora consorzio per la finalità dell'attività di ricerca, i dati analitici dell'impresa "Imprese del DM 226/2021" (50%) e l'inserimento mancante
													In tal caso, dato inserito in corso di finanziamento DM 226/2021, intendente della/e 630/2021

(\*) campo obbligatorio

**Imprese partner ai sensi del DM 630/2024**

n.	Nome dell'impresa	Forma Giuridica	C.F./P.IVA **	Sito Web e/o Indirizzo sede legale	Paese	Codice ATECO **	Ambito di attività economica dell'Istituzione e/o Descrizione attività R&S	N. di borse che intende cofinanziare (DM 630/2024)	Importo previsto del cofinanziamento per l'intero ciclo
1.	NEODATA GROUP SPA	Società per azioni	02791870120	Catania in Viale XX Settembre 21	IT	62.01	Produzione Di Software, Consulenza Informatica E Attività Connesse	1,00	
2.	Humanitas Istituto Clinico Catanese S.p.A.	Società per azioni	00288060874	Contrada Cubba, SP 54, n.11 95045	IT	86.10.2	Assistenza Sanitaria	1,00	

n.	Nome dell'impresa	Forma Giuridica	C.F./P.IVA **	Sito Web e/o Indirizzo sede legale	Paese	Codice ATECO **	Ambito di attività economica dell'Istituzione e/o Descrizione attività R&S	N. di borse che intende cofinanziare (DM 630/2024)	Importo previsto del cofinanziamento per l'intero ciclo
				Misterbianco (CT)					
3.	Ricca IT S.r.l.	Società a responsabilità limitata	01621030889	Ragusa - Via Giovanni Leone snc SP 52	IT	6202	Consulenza nel settore delle tecnologie dell'informatica	1,00	

(\*\*) CF/P.IVA e CODICE ATECO sono obbligatori se l'impresa è in Italia

### Borse PNRR 630 - impresa/e in corso di definizione

Totale Borse PNRR DM630	3
di cui Borse PNRR 630 già cofinanziate da imprese	3
di cui Borse PNRR 630 con impresa/e in corso di definizione	0

### Informazioni di riepilogo circa la forma del corso di dottorato

Dottorato in forma non associata	SI
Dottorato in forma associata con Università italiane	NO
Dottorato in forma associata con Università estere	NO
Dottorato in forma associata con enti di ricerca italiani e/o esteri	NO
Dottorato in forma associata con Istituzioni AFAM	NO
Dottorato in forma associata con Imprese	NO
Dottorato in forma associata - Dottorato industriale (DM 226/2021, art. 10)	NO
Dottorato in forma associata con pubbliche amministrazioni, istituzioni culturali o altre infrastrutture di R&S di rilievo europeo o internazionale	NO
Dottorato in forma associata - Dottorato nazionale (DM 226/2021, art. 11)	NO

### 2. Eventuali curricula

#### Curriculum dottorali afferenti al Corso di dottorato

La sezione è compilabile solo se nel punto "Corso di Dottorato" si è risposto in maniera affermativa alla domanda "Presenza di eventuali curricula?"

### 3. Collegio dei docenti

#### Coordinatore

Cognome	Nome	Ateneo/Istituzione Proponente:	Dipartimento/ Struttura	Qualifica	Settore concorsuale	Area CUN	Scopus Author ID (obbligatorio per bibliometrici)	ORCID ID
RAPISARDA	Andrea	Università degli Studi di CATANIA	Fisica ed Astronomia "Ettore Majorana"	Professore Ordinario (L. 240/10)	02/A2	02	7007009318	0000-0001-8290-8183

#### Curriculum del coordinatore

##### Personal:

Born in Catania the 14th of January 1960; Italian citizen;

##### Current position:

Full Professor of Theoretical Physics, Mathematical Models and Methods at the Physics and Astronomy Department of the University of Catania, Italy  
 Qualified as a Full Professor in the area 02/B2 Theoretical Physics of Condensed Matter on April 2017 (Giudizio in Italiano) ;  
 External Faculty Member of the Complexity Science Hub Vienna

Codirector of the International School on Complexity at the Ettore Majorana Foundation in Erice with A. Zichichi, G. Benedek and C. Tsallis

Member of the Council of the Complex Systems Society. ;

Results for the national evaluation of research quality (in Italian) VQR 2011-2014 - VQR 2004-2010 - VQR 2015-2019; ASN indicators of the scientific production (may 2022)

Institutional Coordinator of the PhD course on Complex Systems for Physical, Socio-economic and Life Sciences at the University of Catania since 2016

Departmental Delegate for Strategic Planning since 2018

President of the Joint Departmental Commission (2020-2023)

Rector's Delegate for Internationalization at the University of Catania march 2013 - november 2016  
Erasmus Institutional Coordinator of the University of Catania march 2013 - november 2016

Associate member of Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) since 1998

Coordinator for INFN Sezione Catania of the project DYNYSMATH

Principal Investigator of the FIR Research Project 2014 at the University of Catania  
Multi-layer Networks and Efficient Decision Dynamics

Principal Investigator for the Catania Unit of the PRIN 2017 "Stochastic forecasting of Complex Systems"

Codirector of the International Lipari School on Complex Systems since 2010

Member of the Advisory Editorial Board of "Physica A" since october 2005

Member of the Editorial Board of the "International Journal of Statistical Mechanics" march 2013 - july 2016

Member of the Editorial Board of the International Journal "Cogent Physics" since 2014

Member of the Editorial Board of the Elsevier journal "Heliyon" since may 2015

Member of the Review board of the international journal *Frontiers in physics | Social physics* since 2018

Member of the Editorial Advisory board of the international journal *Entropy* since 2020; Member of the Editorial Advisory board of the international journal *Complexity* since 2020

Specialty Chief Editor of *Frontiers in Complex Systems* since 2022

Member of the Italian Physical Society (SIF) and Member of the Italian Society for Statistical Physics (SIFS)

Member of the Complex Systems Society (CSS)

Coauthor of more than 170 scientific publications in international and national journals

Supervisor of several Post-docs, PhD and Master students

(Vito Latora, Antonio Causa, Salvatore Rizzo, Filippo Caruso, Alessandro Pluchino, Manlio De Domenico, Giovanna Mirtello, Marco Scalisi, Dario Zappalà, Emiliano Marchese, Emanuele Sicurella, Nicola Cinaridi, Valeria Mazzeo, Giulio Burgio among many others)

Referee of several international journals, including among others:

*Physical Review Letters*, *Physical Review E*, *Chaos*, *International Journal of Modern Physics*, *Physica A*, *Physica D*, *Chaos Solitons and Fractals*, *Journal of Statistical Physics*, *European Physics Letters*, *Fluctuation and Noise Letters*, *New Journal of Physics*, *Journal of Physics A*, *Entropy*, *Modern Physics Letters B*, *Journal of complex networks*, *PLOS ONE*, *PNAS*, *Nature Scientific Reports*

Research interests

Theoretical physics, Statistical Mechanics, Complex systems, Complex Networks, Social behaviour, Econophysics, Agent Based Models, Chaos, Nonlinear dynamics

Awards

Ig Nobel 2022 for Economics (see here for more info)

Ig Nobel 2010 for Management (see here for more info)

2016 Elsevier award for reviewing

h-index 43 (more than 7000 citations) (Google scholar 14.12.2023) - Scholar Plot (17.8.18)

ISI Web of Science research profile D-2453-2014

Orcid <http://orcid.org/0000-0001-8290-8183>

Recent Dissemination

¿ "Intervista ai vincitori 2022 del premio Ig Nobel per la categoria Economics", *Psiquadro Sharper Night Official* (26-09-2022) link

¿ Intervista a *Radio2 Caterpillar* del 16 settembre 2022 link

¿ Intervista al TG di Video Mediterraneo del 15 marzo 2021 link

¿ Intervista a TG3 Leonardo del 13 aprile 2020 link

¿ Talk (in italian) at the conference "Citizens' Assembly: una risposta alla crisi della democrazia elettorale. Esperienze internazionali e prospettive italiane", Palazzo San Macuto, Roma, July 15 2019, link

¿ Talk on the beneficial role of random strategies at Trivago Academy on May 16, 2018 in Dusseldorf link

¿ Intervento a Rai Radio 1 nella trasmissione "Gioco a premier" del 7 maggio 2018 link

¿ Intervento a *Omnibus La7* del 6 maggio 2018 link

¿ Intervento a *Radio3 Scienza* "Il caso e la capacità" del 6 marzo 2018 link

¿ Intervento a Rai3 nel programma *Geo* del 21 settembre 2017 link

¿ Talk on the Peter principle at the Swedish National Television on May 22, 2015, link

¿ Interview live on BBC Radio 4 "How math can improve politics" April 19, 2012, link

¿ Intervista su *Telecamere, Rai3*, del 22 gennaio 2012, link

Some of the most cited papers

(Source Google scholar)

¿ Error and attack tolerance of complex networks. P. Crucitti, V. Latora, M. Marchiori, A. Rapisarda, *PHYSICA A*, (2004) vol. 340, p. 388-394. 634 citations

¿ Non-Gaussian equilibrium in a long-range Hamiltonian system. V. Latora, A. Rapisarda, C. Tsallis, *PHYSICAL REVIEW E*, (2001) vol. 64, p. 056134-056138. 347 citations

¿ Detecting complex network modularity by dynamical clustering. S. Boccaletti, M. Ivanchenko, V. Latora, A. Pluchino, A. Rapisarda (2007). *PHYSICAL REVIEW E*, (2007) vol. 75, p. 045102-1-045102-4. 273 citations

¿ Lyapunov instability of a system with long-range forces. V. Latora, A. Rapisarda, S. Ruffo, *PHYSICAL REVIEW LETTERS*, (1998) vol. 80, p. 692-695. 212 citations

¿ Superdiffusion and out-of-equilibrium chaotic dynamics with many degrees of freedom. V. Latora, A. Rapisarda, S. Ruffo, *PHYSICAL REVIEW LETTERS*, (1999) vol. 83, p. 2104. 196 citations

¿ Vector Opinion Dynamics in a Bounded Confidence Consensus Model. S. Fortunato, V. Latora, A. Pluchino, A. Rapisarda, *INTERNATIONAL JOURNAL OF MODERN PHYSICS C*, (2005) vol. 16, p. 1535-1551. 211 citations

¿ The rate of entropy increase at the edge of chaos. V. Latora, M. Baranger, A. Rapisarda, C. Tsallis, *PHYSICS LETTERS A*, (2000) vol. 273, p. 97-103. 181 citations

¿ Power law time distributions of large earthquakes. M.S. Mega, P. Allegrini, P. Grigolini, V. Latora, L. Palatella, A. Rapisarda, S. Vinciguerra, *PHYSICAL REVIEW LETTERS*, (2003) vol. 90, p. 188501-188504. 166 citations

¿ Analysis of Self-Organized Criticality in the OFC model and in real earthquakes. F. Caruso, A. Pluchino, V. Latora, S. Vinciguerra, A. Rapisarda, *PHYSICAL REVIEW E*, (2007) vol. 75, p. 055101-1-055101-4. 139 citations

¿ The Peter Principle Revisited: A Computational Study. A. Pluchino, A. Rapisarda, C. Garofalo, *PHYSICA A*, (2010) vol. 389, p. 467-472. 120 citations

¿ Talent vs. Luck: the role of randomness in success and failure. A. Pluchino, A. Rapisarda, *Advances in Complex Systems* (2018) 21 (03n04), 1850014. 97 citations

¿ The Revisiting Disorder and Tsallis Statistics. V. Latora, A. Rapisarda, A. Robledo, *SCIENCE* 300 (5617), 249-251. 56 citations

¿ Coexistence of regular and chaotic scattering in heavy ion collisions. A. Rapisarda, M. Baldo, *PHYSICAL REVIEW LETTERS* 66 (1991) 2581. 42 citations

## Education

Secondary school: Liceo Scientifico G. Galilei, Catania (1973-1978). Diploma di Maturità Scientifica in July 1978 with 60/60. University: Degree in Physics the 18th of July 1983, 110/110 cum laude. Title of the thesis: "Spontaneous production of e+ e- pairs in heavy ion reactions" Supervisors: Prof. M. Consoli e Dott. M. Baldo.  
 International Schools attended: International School on Heavy Ion Physics, Erice (Italy) July 1984, directors R.A. Broglia and C. Dasso. INFN School 1986-1988.  
 International School on Heavy Ion Physics, Erice (Italy) July 1986, directors R.A. Broglia and G. Bertsch. CIII SIF School "Trends in Nuclear Physics", Varenna (Italy) June 1987, directors P. Kienle, R.A. Ricci and A. Rubbino. CIV SIF School "Frontiers and Borderlines in Many-Particle Physics", Varenna (Italy) July 1987, directors R.A. Broglia and J.R. Schrieffer. CXII SIF School "Nuclear Collisions from the Mean Field into the Fragmentation Regime", Varenna (Italy) July 1989, directors C. Detraz and P. Kienle.  
 International School on "Nuclear Physics at the borderlines", La Rabida (Spain) June 1991, directors J.M. Arias, M.I. Gallardo and M. Lozano. CXIX SIF School "Quantum Chaos", Varenna (Italy) July 1991, directors G. Casati, I. Guarneri and U. Smilansky.  
 Scientific career and post-laurea activity: Fellowship at the Frankfurt University, May - June 1984.  
 Fellowship at the Niels Bohr Institute of Copenhagen, September 1984 - March 1985.  
 Military Service (Artiglieria contraerea), April 85 - April 86 (Sabaudia - Bologna).  
 Fellowship INFN, June 1986 - June 1988.  
 Fellowship at the Niels Bohr Institute of Copenhagen, September 1988 - June 1989.  
 Fellowship at the Centro Siciliano di Fisica Nucleare e Struttura della Materia, University of Catania, March 1990 - March 1991.  
 Permanent position as INFN researcher, sezione di Catania, in the period May 1991-October 1998.  
 Rappresentante dei ricercatori INFN sezione di Catania, July 1995- July 1998.  
 Associate Professor of Theoretical (14.10.1998 - 29.2.2024)  
 Visiting scientist at Center of Applied and Mathematical Theoretical Physics of Maribor, Slovenia.  
 Visiting scientist at Center of Theoretical Physics of MIT, Cambridge USA.  
 Coordinator of the theoretical group (Gruppo IV) at INFN sezione di Catania, May 1998 - May 2004.  
 Presidente Struttura Didattica Aggregata di Fisica, 04.11.2004 - 04 -11- 2010  
 Member of Commissione paritetica di Dipartimento (2013-2016)  
 Member of the National Advisory Committee for STAPHYS23 in 2007  
 Codirector of the Erice International Workshop "Complexity, Metastability and Nonextensivity" July 2004  
 Codirector of the Erice International school "New Trends in Statistical Mechanical Foundations of Complexity", July 27- August 3 2015, Erice, Italy

## Organization of meetings and conferences:

International workshop "HMF meeting", Catania (Italy), September 2000.  
 International Conference NEXT2001, "Non extensive Thermodynamics and physical applications", Villasimius, Cagliari (Italy), May 2001.  
 International Conference NEXT2003, "News and Expectations in Thermodynamics", Villasimius, Cagliari (Italy), 22-28 September 2003.  
 International Workshop "Complexity, Metastability and Nonextensivity" Centre E. Majorana, Erice, Sicily, 20-26 July 2004.  
 International Conference NEXT2005 Statistical Physics, Kolymbari, Crete (Greece), 12-18 August 2005.  
 International Conference on Ettore Majorana's Legacy and the Physics of the XXI Century in commemoration of the centennial of Majorana's birth, Catania, Italy, October 5-6, 2006. Link to the online proceedings  
 International Conference Catania-NEXT07: Complexity, Metastability and Nonextensivity, Catania (Italy), 1-5 July 2007, satellite conference of STATPHYS23.  
 International School on Social Networks, Lipari island, Sicily 3-10 July 2010  
 International School on Game theoretic approach to Computational Complex Systems, Lipari island, Sicily 9-16 July 2011  
 International conference "Frontiers in Statistical Physics and Complex Systems", Catania, Italy, 2-5 June 2012  
 International school on "Data mining and modeling of complex techno-socio-economic systems", Lipari island, Sicily 14-21 July 2012  
 International school on "Dynamic networks and social behavior", Lipari island, Sicily, 06-13 July 2013  
 International school on "Smart Cities", Lipari island, Sicily, July 26- August 2 2014  
 International school on "Mapping the world", Lipari island, Sicily, 12-18 July 2015  
 International school on Complexity - XV Course "New Trends in Statistical Mechanical Foundations of Complexity", July 27- August 3 2015, Erice, Italy  
 9th International Summer Solstice Conference on "Discrete models of complex systems", June 21-23 2017, Catania, Italy  
 International School on Complexity - XVI Course "Nonextensive Statistical Mechanics, Superstatistics and Beyond: Theory and Applications in Astrophysical and other Complex Systems", July 2-8 2019, Erice, Italy  
 International School on Complexity - XVII Course "Stochastic forecasting in Complex Systems", August 25-31 2022, Erice, Italy

## Invited and selected talks:

- 1 - International Conference "Heavy Ion Interactions around the Coulomb Barrier", Legnaro, Padova (Italy), June 1987.
- 2 - XXVI International Winter Meeting on Nuclear Physics, Bormio (Italy) January 1988.
- 3 - International conference "Heavy-Ion Interactions around the Coulomb Barrier", June 1988, Legnaro, Padova (Italy).
- 4 - "Secondo Convegno su Problemi di Fisica Nucleare Teorica", Cortona (Italy), October 1988.
- 5 - International conference "Heavy Ion Collisions the Coulomb Barrier", Daresbury (U.K.) June 1990.
- 6 - "Terzo Convegno di Fisica Nucleare Teorica", Cortona (Italy), October 1990.
- 7 - International workshop "Intermediate-energy reaction processes and Chaos", October 1991, Varenna (Italy).
- 8 - International conference on "Dynamical Fluctuations and Correlations in Nuclear Collisions", March 1992, Aussois (France).
- 9 - XXX International Winter Meeting on Nuclear Physics, Bormio (Italy) January 1992.
- 10 - International conference "From Classical to Quantum Chaos" Sissa, Trieste (Italy) June 1992.
- 11 - 1st joint Italian-Japanese meeting "Perspectives in Heavy-Ion Physics", Catania (Italy), June 1992.
- 12 - LXXVIII meeting SIF, October 1992, Pavia (Italy).
- 13 - International workshop "Dynamical Fluctuations in Heavy-Ion Collisions", October 1992, Ganil-Caen (France).
- 14 - International conference "Dynamical features of nuclei and Finite Fermi Systems, Sitges (Spain) September 1993.
- 15 - "10th Winter Meeting on Nuclear Dynamics" January 1993 Snowbird - Salt Lake City (USA).
- 16 - International workshop "Fluctuations in Nuclear Dynamics" February 1993, ECT\* Trento (Italy).
- 17 - 1st joint Italian-English meeting on "Problems in Nuclear Physics" March 1994, LNS-Catania (Italy).
- 18 - 1st meeting of the European network "Many-body Theory of Correlated Fermion system", May 1994, Orsay-Paris (France).
- 19 - International workshop "Applications of Chaos in Nuclear and Atomic Physics", September 1994, Ganil (France).
- 20 - VII Seminario Nazionale di Fisica Nucleare e Subnucleare, September 1994 Otranto (Italy).
- 21 - "Quinto Convegno di Fisica Nucleare Teorica", Cortona (Italy), October 1994.
- 22 - 2nd joint Italian-Japanese meeting, Riken-Tokyo (Japan) June 1995.
- 23 - 2nd meeting of the European network "Many-body Theory of Correlated Fermion system", June 1995, Lisbon (Portugal).
- 24 - 210th ACS meeting, International workshop "Hot and Expanding Nuclear Matter", August 1995, Chicago (USA).
- 25 - XXXIV International Winter Meeting on Nuclear Physics, Bormio (Italy) January 1996.
- 26 - 1st International conference CRIS, Aci Castello (Italy) May 1996.
- 27 - European Research Conference on "Chaotic phenomena in nuclear physics", Aghia Pelaghia, Crete (Greece), October 1996.
- 28 - International workshop on "Chaotic dynamics and quantum many-body systems", ECT\* Trento (Italy), February 1997.
- 29 - International school/conference on "Let's face chaos through nonlinear dynamics", Maribor Slovenia, July 1999.
- 30 - International Conference CRIS2000, on "Phase transitions in strong interactions: Status and perspectives", Acicastello Italy, May 2000.
- 31 - International Conference STATPHYS 2001, Cancun Mexico, July 2001.
- 32 - Int. School/Conference on "Dynamics and Thermodynamics of systems with long-range interactions", Les Houches, France, 17-22 February 2002.
- 33 - International Conference on "Non extensive Statistical mechanics and applications", Institute for Complex Systems, Santa Fe, USA, 8-12 April July 2002.
- 34 - International Los Alamos Conference on "Anomalous Distributions", Santa Fe, USA, 3-6 November 2002.
- 35 - International Conference on "Frontier Science 2003: A non-linear world, the real world", Pavia, Italy, 8-12 September 2003.
- 36 - Int. Conference on "Trends and perspectives in extensive and non-extensive statistical mechanics", Angra dos Reis, Brazil, 19-21 November 2003.
- 37 - International Conference on "Complexity and Nonextensivity: New trends in statistical Mechanics", Yukawa Institute, Kyoto, Japan, 14-18 March 2005.
- 38 - Int. Conf. on " Nonlinearity, nonequilibrium and complexity: Questions and perspectives in statistical physics", Tepoztlan, Mexico, Nov. 27 - Dec 2, 2005
- 39 - London Mathematical Society Durham Symposium on Dynamical Systems and Statistical Mechanics, Durham UK, 3 July-13 July 2006
- 40 - School and conference on Complex Systems and Nonextensive statistical mechanics, ICTP Trieste, Italy 31 July - 8 August 2006
- 41 - International Conference on Chaos and Complex Systems, Monastery of Novacella, Bressanone (Brixen), Italy 9-12 October 2006
- 42 - Course on Nonextensive statistical mechanics, CBPF, Rio de Janeiro, Brazil, 2-6 April 2007
- 43 - Int. Conference on Dynamics and Thermodynamics of systems with long-range interactions: Theory and experiments, Assisi, Italy 4-8 July 2007
- 44 - Course on Nonextensive statistical mechanics, ITAP, Turunc, Turkey, 18-21 July 2007

- 45 - International SPIE Conference on Complex Systems, Canberra, Australia, 4-7 December 2007  
 46 - International Conference on Statistical Mechanics Sigma-phi 2008, Kolympari, Crete, Greece, 14-18 July 2008  
 47 - International Conference on Nonextensive statistical mechanics, NEXT2008, Iguacu, Brazil, 27-31 October 2008  
 48 - International Conference Medyfinal 2008, Punta ed Este, Uruguay 1-5 December 2008  
 49 - International Econophysics Colloquium 2009, Center E. Majorana, Erice, Sicily, Italy 25-31 October 2009  
 50 - International Conference STATHYS24, Cairns Australia, 19-23 July 2010  
 51 - International conference "Unwinding Complexity", Port Douglas Australia, 24-26 July 2010  
 52 - ECSS'11 European Conference on Complex Systems, Vienna, 12-16 September 2011  
 53 - Invited talk at CBPF Rio de Janeiro, Brazil February 15, 2012  
 54 - Invited general colloquium at Mainz University, Germany, July 3, 2012  
 55 - Invited talk at the 7th SICC int. school "Complex networks in action", Catania, Italy, 26-28 September 2012  
 56 - Invited talk at the international conference "Tsallis entropy and its applications", Wuhan, China, 16-18 October 2012  
 57 - Invited talk at the international conference on Nonequilibrium statistical mechanics and nonlinear physics, Santiago, Chile, 3-7 December 2012  
 58 - ECSS'13 European Conference on Complex Systems, September 16-20, 2013, Barcelona, Spain  
 59 - Invited talk at the International Conference "Complex systems: foundations and applications", October 28-November 1, 2013, Rio de Janeiro, Brazil  
 60 - Invited talk at the International workshop "Statistical mechanics foundation of complexity - where do we stand? ", May 8-10, 2014, Santa Fe Institute, Santa Fe, NM, USA  
 61 - Invited talk at the "Mediterranean School on Complex Networks", June 9-13, 2014, Salina, Italy  
 62 - Invited talk at the international conference on "Discrete models of Complex Systems", June 22-25 2014, Ljubljana, Slovenia  
 63 - Invited talk at the international conference on Statistical Physics "Sigma Phi ", July 7-11 2014, Rhodes, Greece  
 64 - Invited talk at Queen Mary University London, UK, March 17 2015  
 65 - Invited talk at the Karolinska Institutet, Stockholm, Sweden, March 31, 2015  
 66 - Invited plenary talk at the conference of European Decision Sciences Institutes, EDSI2015, May 31-June 3 2015, Taormina, Italy  
 67 - International Conference on Computational Social Science, June 8-11, 2015, Helsinki, Finland  
 68 - Invited talk at the 7th Summer Solstice International Conference on Discrete Models of Complex Systems, June 17-19, 2015, Toronto Canada  
 69 - Invited talk at the Latin-American School on Foundation of Complexity, October 4-30, 2015, Rio de Janeiro, Brazil  
 70 - Invited talk at the workshop "Nonlinearity, Nonequilibrium and Complexity: Questions and Perspectives in Statistical Physics", November 29 - December 4 2015, Mexico City, Mexico  
 71 - Invited talk at the international conference on "Challenges in Data Science", Matera, Italy, July 8-11 2016  
 72 - Invited talk at the Lipari international School on Computational Complex and Social Systems, Lipari, Italy, July 10-17 2016.  
 73 - Invited talk at the international conference "Econophysics Colloquium", ICTP San Paolo, Brazil, July 27-29 2016  
 74 - Invited talk at the Dipartimento di scienza ed alta tecnologia, Università degli studi dell'Insubria, Como, February 21st, 2017  
 75 - Invited talk at Trivago Academy, May 16, 2018, Dusseldorf, Germany  
 76 - Invited talk at the Summer Solstice International Conference on Discrete Models of Complex Systems, June 25-27, 2018, Gdansk, Poland  
 77 - Invited talk at the International conference "Questions and perspective in understanding complexity", September 26, 2018, Thessaloniki, Greece  
 78 - Invited talk at the SISFA conference 2018, October 3-6, Messina, Italy  
 79 - Invited talk at the Physics Department of Bari University, February 26, 2019, Bari, Italy  
 80 - Invited talks at Conservatorio di Monopoli, February 27-28, 2019, Monopoli, Italy  
 81 - Invited talk at Free University of Bozen, March 14, 2019, Bolzano, Italy  
 82 - Invited talk at the conference "Citizens' Assembly: una risposta alla crisi della democrazia elettorale. Esperienze internazionali e prospettive italiane", Palazzo San Macuto, Roma, July 15 2019  
 83 - Invited talk at the Lipari Summer School on Computational Complex and Social Systems, July 19-25, 2019, Lipari Italy  
 84 - Invited talk at the International workshop on Higher-Order Connectivity and Correlations in Complex Systems, November 25-26, 2019, Complexity Science Hub Vienna, Austria  
 85 - Invited talk at the international conference SM&FT 2019, December 11-13, 2019, Bari, Italy  
 86 - Invited talk at the CSH Winter lectures series 22-25 March 2021  
 87 - Invited talk at Workshop on Sociophysics: Social Phenomena from a Physics Perspective ICTP-SAIFR, Sao Paulo, Brazil, October 18-22, 2022  
 88 - Invited talk at the International conference "Complex networks: from socio-economic systems to biology and the brain", July 10-16 2022, Lipari, Italy  
 89 - Invited talk at the international conference SM&FT 2022, December 19-21, 2022, Bari, Italy  
 90 - Invited talk at the ESO workshop on Peer Review Under Review February 6-10 2023, Garching, Germany.  
 91 - Invited talk at the International Conference "Statistical Mechanics for Complexity", 5-10 November 2023, Rio de Janeiro, Brazil  
 92 - Invited talk at the International Conference IWOSP23, 13-15 December 2023, Antofagasta, Chile

### Componenti del collegio (Personale Docente e Ricercatori delle Università Italiane).

n.	Cognome	Nome	Ateneo	Dipartimento/ Struttura	Ruolo	Qualifica	Settore concorsuale	Area CUN	SSD	Stato conferma adesione	Scopus Author ID (obbligatorio per bibliometrici)	ORCID ID (facoltativo)
1.	BARONE	Rita Maria Elisa	CATANIA	MEDICINA CLINICA E SPERIMENTALE	COMPONENTE	Professore Associato (L. 240/10)	06/G1	06	MED/39	Ha aderito	7006729370	0000-0001-6302-2686
2.	BENNATO	Davide	CATANIA	Scienze Umanistiche	COMPONENTE	Professore Associato (L. 240/10)	14/C2	14	SPS/08	Ha aderito	56366274100	0000-0001-8110-3535
3.	BIONDO	Alessio Emanuele	CATANIA	Economia e Impresa	COMPONENTE	Professore Associato (L. 240/10)	13/A2	13	SECS-P/02	Ha aderito	36508566400	0000-0002-1421-3707
4.	CANNELLA	Salvatore	CATANIA	Ingegneria civile e architettura (DICAR)	COMPONENTE	Professore Associato (L. 240/10)	09/B3	09	ING-IND/35	Ha aderito	25930755500	0000-0002-6946-4650
5.	DI PIETRO	Cinzia Santa	CATANIA	SCIENZE BIOMEDICHE E BIOTECNOLOGICHE	COMPONENTE	Professore Ordinario (L. 240/10)	05/F1	05	BIO/13	Ha aderito	7003914705	0000-0002-6036-4469
6.	FICHERA	Sergio	CATANIA	Ingegneria civile e architettura (DICAR)	COMPONENTE	Professore Ordinario (L. 240/10)	09/B1	09	ING-IND/16	Ha aderito	6603057093	0000-0001-6940-6939
7.	GRAZIANO	Teresa	CATANIA	Agricoltura, Alimentazione e Ambiente (DI3A)	COMPONENTE	Professore Associato (L. 240/10)	11/B1	11	M-GGR/02	Ha aderito		
8.	LATORA	Vito Claudio	CATANIA	Fisica ed Astronomia "Ettore Majorana"	COMPONENTE	Professore Ordinario (L. 240/10)	02/A2	02	FIS/02	Ha aderito	7003540219	0000-0002-0984-8038
9.	MANTEGNA	Rosario Nunzio	PALERMO	Fisica e Chimica - Emilio Segrè	COMPONENTE	Professore Ordinario	02/D1	02	FIS/07	Ha aderito	7006027403	0000-0003-4177-171X
10.	MARTINICO	Francesco	CATANIA	Agricoltura, Alimentazione e Ambiente (DI3A)	COMPONENTE	Professore Ordinario (L. 240/10)	08/F1	08	ICAR/21	Ha aderito	36666858000	0000-0002-2012-6351
11.	MUSUMARRA	Agatino	CATANIA	Fisica ed Astronomia "Ettore Majorana"	COMPONENTE	Professore Associato confermato	02/A1	02	FIS/01	Ha aderito	7006550677	0000-0002-5766-9069
12.	PLUCHINO	Alessandro	CATANIA	Fisica ed Astronomia "Ettore Majorana"	COMPONENTE	Professore Associato (L. 240/10)	02/A2	02	FIS/02	Ha aderito	6602888162	0000-0001-9368-5800

n.	Cognome	Nome	Ateneo	Dipartimento/ Struttura	Ruolo	Qualifica	Settore concorsuale	Area CUN	SSD	Stato conferma adesione	Scopus Author ID (obbligatorio per bibliometrici)	ORCID ID (facoltativo)
13.	PULVIRENTI	Alfredo	CATANIA	MEDICINA CLINICA E SPERIMENTALE	COMPONENTE	Professore Ordinario (L. 240/10)	01/B1	01	INF/01	Ha aderito	34977484800	0000-0002-9764-0295
14.	RAGUSA	Marco	CATANIA	SCIENZE BIOMEDICHE E BIOTECNOLOGICHE	COMPONENTE	Professore Associato (L. 240/10)	05/F1	05	BIO/13	Ha aderito	57201562834	0000-0002-4282-920X
15.	RAPISARDA	Andrea	CATANIA	Fisica ed Astronomia "Ettore Majorana"	Coordinatore	Professore Ordinario (L. 240/10)	02/A2	02	FIS/02	Ha aderito	7007009318	0000-0001-8290-8183
16.	SANTAGATI	Maria Carmela	CATANIA	SCIENZE BIOMEDICHE E BIOTECNOLOGICHE	COMPONENTE	Professore Associato (L. 240/10)	05/I2	05	BIO/19	Ha aderito	56897834300	0000-0003-1491-4973

**Componenti del collegio (Personale non accademico dipendente di Enti italiani o stranieri e Personale docente di Università Straniere)**

n.	Cognome	Nome	Tipo di ente:	Ateneo/Ente di appartenenza	Paese	Qualifica	SSD	Settore Concorsuale	Area CUN	Scopus Author ID (obbligatorio per bibliometrici)	P.I. vincitore di bando competitivo europeo*	Codice bando competitivo
1.	FORTUNATO	Santo	Università straniera	INDIANA UNIVERSITY	Stati Uniti d'America	Professore di Univ.Straniera	FIS/02	02/A2	02	7005680829		
2.	HELBING	Dirk	Università straniera	ETH ZURICH	Svizzera	Professore di Univ.Straniera	FIS/02	02/A2	02	7005232363		
3.	THURNER	Stefan	Università straniera	COMPLEXITY SCIENCE HUB VIENNA AND MEDICAL UNIVERSITY OF VIENNA	Austria	Professore di Univ.Straniera	FIS/02	02/A2	02	35588832000		
4.	TSALLIS	Constantino	Università straniera	CBPF	Brasile	Professore di Univ.Straniera	FIS/02	02/A2	02	7006572244		
5.	TUDISCO	Salvatore	Ente di ricerca (VQR)	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Italia	Ricercatori	FIS/07	02/D1	02	15735403900		

**Produzione scientifica di ricercatori di enti di ricerca italiani o esteri ovvero di docenti di università estere dei settori non bibliometrici**

n.	Autore	Eventuali altri autori	Anno di pubblicazione	Tipologia pubblicazione	Titolo	Titolo rivista o volume	ISSN (formato: XXXX-XXXX)	ISBN	ISMN	DOI	Scientifica e Classe A (rilevata in automatico in base all'ISSN, all'anno e al Settore Concorsuale del docente)
----	--------	------------------------	-----------------------	-------------------------	--------	-------------------------	---------------------------	------	------	-----	---

**301-600 - Produzione scientifica di ricercatori di enti di ricerca italiani o esteri ovvero di docenti di università estere dei settori non bibliometrici**

n.	Autore	Eventuali altri autori	Anno di pubblicazione	Tipologia pubblicazione	Titolo	Titolo rivista o volume	ISSN (formato: XXXX-XXXX)	ISBN	ISMN	DOI	Scientifica e Classe A (rilevata in automatico in base all'ISSN, all'anno e al Settore Concorsuale del docente)
----	--------	------------------------	-----------------------	-------------------------	--------	-------------------------	---------------------------	------	------	-----	---

**601-900 - Produzione scientifica di ricercatori di enti di ricerca italiani o esteri ovvero di docenti di università estere dei settori non bibliometrici**

n.	Autore	Eventuali altri autori	Anno di pubblicazione	Tipologia pubblicazione	Titolo	Titolo rivista o volume	ISSN (formato: XXXX-XXXX)	ISBN	ISMN	DOI	Scientifica e Classe A (rilevata in automatico in base all'ISSN, all'anno e al Settore Concorsuale del docente)
----	--------	------------------------	-----------------------	-------------------------	--------	-------------------------	---------------------------	------	------	-----	---

**Componenti del collegio (Docenti di Istituzioni AFAM)**

n.	Cognome	Nome	Istituzione di appartenenza	Ruolo	Qualifica	Settore artistico-disciplinare	Partecipazione nel periodo 19-23 a gruppi di ricerca finanziati su bandi competitivi	Riferimento specifico al progetto (Dati identificativi del progetto e descrizione)	Ricezione nel periodo 19-23 riconoscimenti a livello internazionale	Attestazione (PDF)	Descrizione campo precedente
----	---------	------	-----------------------------	-------	-----------	--------------------------------	--	--	---	--------------------	------------------------------

**Componenti del collegio (altro personale, imprese, p.a., istituzioni culturali e infrastrutture di ricerca)**

n.	Cognome	Nome	Istituzione di appartenenza	Paese	Qualifica	Tipologia (descrizione qualifica)	Area CUN	Scopus Author ID (facoltativo)
----	---------	------	-----------------------------	-------	-----------	-----------------------------------	----------	--------------------------------

**Dati aggiuntivi componenti (altro personale, imprese, p.a., istituzioni culturali e infrastrutture di ricerca)**
**4. Progetto formativo**
**Attività didattica programmata/prevista**
**Insegnamenti previsti (distinti da quelli impartiti in insegnamenti relativi ai corsi di studio di primo e secondo livello)**

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale	Note
1.	<i>Econophysics</i>	14	<i>primo anno</i>	<i>Il corso introduce ai principali concetti e alle principali metodologie usate nelle ricerche teoriche e applicate di econofisica. In particolare, tratta dei fatti stilizzati osservati in finanza, del concetto di assenza di arbitraggio, dei concetti introduttivi di microstruttura dei mercati finanziari. Inoltre, il corso tratta anche dell'algorithmic trading e dei suoi effetti sul processo di price discovery inclusi i fenomeni di flash crashes. Un'altra sezione del corso discute dell'ottimizzazione di portafoglio e dei processi di filtraggio della matrice di covarianza dei rendimenti dei portafogli effettuata con tecniche di random matrix theory e con tecniche di hierarchical clustering. Il corso conclude con una sezione dedicata ad aspetti di behavioral finance legati all'eterogeneità dei partecipanti al mercato.</i>			SI	<i>Il corso viene svolto in lingua inglese se sono presenti studenti stranieri</i>
2.	<i>Chaos and complex systems</i>	21	<i>primo anno</i>	<i>Il corso fornisce una introduzione alla teoria del caos ed ai sistemi complessi. Nella prima parte, partendo da sistemi a poche dimensioni per arrivare poi a sistemi con molti gradi di libertà vengono presentati gli strumenti e le tecniche di base per caratterizzare e quantificare la caoticità di un sistema, quali gli esponenti di Lyapunov, le dimensioni frattali e multifrattali, l'entropia di Kolmogorov-Sinai. Nella seconda parte, vengono presentati vari esempi di sistemi complessi di tipo fisico, economico e sociale e come possano essere studiati applicando tecniche di fisica statistica.</i>			SI	<i>Il corso viene svolto in lingua inglese se sono presenti studenti stranieri</i>
3.	<i>Introduction to complex networks</i>	21	<i>primo anno</i>	<i>Il corso fornisce una introduzione alla recente teoria delle reti complesse. Partendo dalla teoria dei grafi casuali, vengono discussi i più recenti sviluppi delle reti small-world e scale-free con applicazioni ad esempi concreti di tipo economico-sociale, biologico ed epidemiologico.</i>			SI	<i>Il corso viene svolto in lingua inglese se sono presenti studenti stranieri</i>
4.	<i>Advanced topics in complex networks</i>	14	<i>secondo anno</i>	<i>Il corso presenta una panoramica degli argomenti più avanzati sulla teoria delle reti complesse e le loro applicazioni in vari campi, con particolare attenzione alle reti multi-strato ed agli effetti di ordine superiore considerando interazioni fra più nodi.</i>			SI	<i>Il corso viene svolto in lingua inglese se sono presenti studenti stranieri</i>
5.	<i>Agent-Based Models: simulating complex systems</i>	21	<i>primo anno</i>	<i>Il presente corso è una introduzione ad una delle più innovative metodologie computazionali per mezzo delle quali oggi si affronta lo studio dei sistemi complessi, cioè la simulazione ad agenti. In particolare, dopo un'ampia introduzione al ruolo delle simulazioni nello studio della complessità, verrà presentato nel dettaglio un ambiente di programmazione multiplatforma, denominato NetLogo, che negli ultimi anni sta riscuotendo un crescente successo in questo settore grazie alla sua semplicità d'utilizzo, anche per chi non ha pregresse esperienze con i linguaggi di programmazione tradizionali (sequenziali o ad oggetti). Al termine del modulo gli allievi dovrebbero essere in grado di creare da zero una propria simulazione ad agenti allo scopo di studiare un certo sistema complesso a loro scelta, di tipo sociale, economico o biologico.</i>			SI	<i>Il corso viene svolto in lingua inglese se sono presenti studenti stranieri</i>
6.	<i>Fundamentals in economics</i>	21	<i>primo anno</i>	<i>Il corso introduce ai principali concetti e alle principali metodologie usati nella letteratura economica. I principali modelli di fondamento della logica microeconomica sono introdotti con la strumentazione tipica dell'analisi matematica applicata all'economia. In particolare, i modelli di decisione individuale, con e senza asimmetrie informative e i principali aspetti di applicazione della teoria dei giochi vengono presentati per focalizzare le dinamiche di interazione strategica e le configurazioni principali di mercato. In conclusione, il corso presenta una introduzione superficiale ai problemi macroeconomici, sottolineando i limiti dell'approccio ortodosso tradizionale e spiegando il significato dei principali aggregati usati nella macroeconomia.</i>			SI	<i>Il corso viene svolto in lingua inglese se sono presenti studenti stranieri</i>
7.	<i>Macroeconomics and Complexity</i>	21	<i>secondo anno</i>	<i>Il corso approfondisce il problema macroeconomico come analisi di un sistema complesso, in cui le relazioni e le interazioni fra varie componenti individuali non coordinate portano alle caratteristiche naturali dei sistemi economici. Pertanto, il corso inizia con una serie di nozioni di statistica e matematica dinamica, passando attraverso i fondamenti dell'applicazione della teoria dei grafi ai problemi socio-economici. Ampia parte del corso è</i>			SI	<i>Il corso viene svolto in lingua inglese se sono presenti studenti stranieri</i>

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale	Note
				<i>indirizzata ad evidenziare i limiti metodologici e contenutistici della letteratura economica ortodossa e approfondisce gli spunti di analisi alternativa, evidenziando il ruolo chiave della sequenzialità probabilistica con un forte riferimento alla teoria keynesiana. Infine, basa alcuni casi applicativi sull'implementazione di modelli ad agenti che consentano lo sviluppo e lo studio di alcune proprietà emergenti, tipiche degli ambiti complessi.</i>				
8.	<i>Fundamentals of biology for engineers, physicists and computer scientists</i>	14	<i>primo anno</i>	<i>Il corso ha l'intento di fornire le informazioni per comprendere i principi generali su quali si basa la vita. Gli obiettivi principali sono la conoscenza delle basi chimiche e molecolari della vita, lo studio delle strutture e funzioni delle cellule, dei meccanismi fondamentali della trasmissione dell'informazione genetica, dei principi dello sviluppo e del differenziamento, ed infine una conoscenza generale dei Regni dei viventi e dei principali organismi modello di interesse biotecnologico. Le principali conoscenze acquisite dallo studente saranno - l'apprendimento delle basi chimiche e molecolari della vita, e l'applicazione di queste conoscenze allo studio della struttura e delle funzioni della cellula procariotica ed eucariotica - l'apprendimento dei meccanismi di base di duplicazione, trasmissione ed espressione dell'informazione genica - la comprensione dei meccanismi fondamentali dello sviluppo e del differenziamento cellulare, - l'apprendimento di nozioni generali sui Regni dei viventi e sui principali organismi modello di interesse biotecnologico e biomedico</i>			SI	<i>Il corso viene svolto in lingua inglese se sono presenti studenti stranieri</i>
9.	<i>Introduction to data mining</i>	42	<i>primo anno</i>	<i>Il corso introduce le principali tecniche di data mining applicate nel contesto dei sistemi complessi. Tra gli argomenti affrontati troviamo, map-reduce e Spark, per lavorare in ambito distribuito con grandi quantità di dati. Successivamente viene affrontato il problema della ricerca di similarità e dell'uso delle tecniche di hashing per grandi volumi di dati. Il corso introdurrà quindi le tematiche principali nell'analisi delle network. Verranno introdotte le misure di centralità per le network, con particolare riferimento al page-rank e hub-authority. Sarà introdotto il concetto di modello nullo di network in grado di conservare le caratteristiche della rete quali, distribuzione dei degree e coefficiente di clustering. Sarà affrontato il problema del clustering attraverso l'uso delle tecniche basate su modularità e clustering spettrale. Il corso introdurrà anche le tematiche di Graph Neural Network.</i>			SI	<i>Il corso viene svolto in lingua inglese se sono presenti studenti stranieri</i>
10.	<i>Computational social science</i>	14	<i>primo anno</i>	<i>Obiettivo del corso è introdurre gli studenti alle strategie di ricerca, raccolta e analisi dati nell'ambito sulla componente sociologica della Computational social science. Il corso prende le mosse dai diversi programmi di ricerca sviluppati all'interno delle scienze sociali che prevedono un uso intensivo dei dati e un utilizzo sistematico di strumenti computazionali. Inoltre il corso focalizza l'attenzione sulle conseguenze dell'uso dei big data nel processo di ricerca su fenomeni sociali e su come sta cambiando il panorama della ricerca empirica che utilizza strumenti computazionali. Durante il corso viene affrontata la questione della predittività della ricerca sociale computazionale con un focus sulle caratteristiche metodologiche del concetto di previsione sociale.</i>			SI	<i>Il corso viene svolto in lingua inglese se sono presenti studenti stranieri</i>

Riepilogo automatico insegnamenti previsti nell'iter formativo

**Totale ore medie annue:** 67.67 (valore ottenuto dalla somma del Numero di ore totali sull'intero ciclo di tutti gli insegnamenti diviso la durata del corso)

Numero insegnamenti: 10

Di cui è prevista verifica finale: 10

**Altre attività didattiche (seminari, attività di laboratorio e di ricerca, formazione interdisciplinare, multidisciplinare e transdisciplinare).**

n.	Tipo di attività	Descrizione dell'attività (e delle modalità di accesso alle infrastrutture per i dottorati nazionali)	Eventuale curriculum di riferimento
1.	<i>Seminari</i>	<i>I dottorandi seguiranno tutti i seminari di ricerca avanzata sui sistemi complessi e tematiche affini presso i vari dipartimenti dell'ateneo di Catania ed anche le scuole internazionali sui sistemi complessi organizzate dai docenti dell'ateneo di Catania. Sarà fortemente consigliata la partecipazione a scuole internazionali anche all'estero su tematiche coerenti con i progetti di ricerca dei dottorandi.</i>	

n.	Tipo di attività	Descrizione dell'attività (e delle modalità di accesso alle infrastrutture per i dottorati nazionali)	Eventuale curriculum di riferimento
2.	Perfezionamento linguistico	Il centro linguistico di ateneo dell'Università di Catania offre diversi corsi di Inglese, Francese e Tedesco di vari livelli. I dottorandi saranno invitati a frequentare questi corsi per migliorare le loro conoscenze linguistiche. In particolare i dottorandi dovranno perfezionare la loro conoscenza della lingua inglese sia seguendo i corsi del centro linguistico sia attraverso dei soggiorni all'estero. Verrà incoraggiata poi la redazione in lingua inglese della tesi di dottorato.	
3.	Valorizzazione e disseminazione dei risultati, della proprietà intellettuale e dell'accesso aperto ai dati e ai prodotti della ricerca	L'Università di Catania organizza regolarmente ogni anno una serie di seminari per tutti i dottorati di ambito scientifico sul tema "Exploiment of the research and Technology Transfer" oltre a seminari interdisciplinari su temi vari che spaziano da come migliorare la disseminazione della propria ricerca svolta a temi di carattere etico e di eguaglianza di genere. Tutti i dottorandi saranno invitati a seguire questi seminari ai fini della loro formazione.	

## 5. Posti, borse e budget per la ricerca

### Posti, borse e budget per la ricerca

	Descrizione	Posti	
<b>A - Posti banditi (incluse le borse PNRR)</b>	1. Posti banditi con borsa	N. 7	
	2. Posti coperti da assegni di ricerca		
	3. Posti coperti da contratti di apprendistato		
	<b>Sub totale posti finanziati (A1+A2+A3)</b>	<b>N. 7</b>	
	4. Eventuali posti senza borsa	N. 1	
<b>B - Posti con borsa riservati a laureati in università estere</b>		N. 0	
<b>C - Posti riservati a borsisti di Stati esteri</b>			
<b>D - Posti riservati a borsisti in specifici programmi di mobilità internazionale</b>			
<b>E - Nel caso di dottorato industriale, posti riservati a dipendenti delle imprese o a dipendenti degli enti convenzionati impegnati in attività di elevata qualificazione (con mantenimento dello stipendio)</b>			
<b>F - Posti senza borsa riservati a laureati in Università estere</b>			
	<b>(G) TOTALE = A + B + C + D + E + F</b>	<b>N. 8</b>	
	<b>(H) DI CUI CON BORSA = TOTALE - A4 - F</b>	<b>N. 7</b>	
<b>Importo di ogni posto con borsa</b> (importo annuale al lordo degli oneri previdenziali a carico del percipiente)	(1) Euro: 16.243,00	Totale Euro: (1) x (H-D) x n. anni del corso	€ 341.103
<b>Budget pro-capite annuo per ogni posto con e senza borsa per attività di ricerca in Italia e all'Estero coerenti con il progetto di ricerca</b>  (in termini % rispetto al valore annuale della borsa al lordo degli oneri previdenziali a carico del percipiente)	(min 10% importo borsa; min 20% per dottorati nazionali): %10,00  (2) Euro: 1.624,3	Totale Euro: (2) x (G-D) x n. anni del corso	€ 38.983,2
<b>Importo aggiuntivo per mese di soggiorno di ricerca all'estero per ogni posto con e senza borsa</b> (in termini % rispetto al valore mensile della borsa al lordo degli oneri previdenziali a carico del percipiente)	(MIN 50% importo borsa mensile): %50,00  Mesi (max 12, ovvero 18 per i dottorati co-tutela o con università estere): 12,00  (3) Euro: 8.121,5	Totale Euro: (3)x(G-D)	€ 64.972
<b>BUDGET complessivo del corso di dottorato</b>			<b>€ 445.058,2</b>

(2): (importo borsa annuale \* % importo borsa mensile)

(3): (% importo borsa mensile \* (importo borsa annuale/12) \* mesi estero)

### Fonti di copertura del budget del corso di dottorato (incluse le borse)

FONTE	Importo (€)	% Copertura	Descrizione Tipologia (max 200 caratteri)
<b>Fondi ateneo (in caso di forma associata il capofila)</b>	262.897,70	47.37	€ 228.432,30 N. 3 BORSE DI STUDIO DI ATENEO € 18.432,30 INTEGRAZIONE DI N. 3 BORSE SU DM N. 630/2024 € 16.033,10 BUDGET E MAGGIORAZIONE PER SENZA BORSA
<b>Fondi MUR</b>	180.000,00	32.43	€ 180.000,00 N. 3 BORSE D.M. N. 630/2024
<b>di cui eventuali fondi PNRR</b>	180.000,00		€ 180.000,00 N. 3 BORSE D.M. N. 630/2024

FONTE	Importo (€)	% Copertura	Descrizione Tipologia (max 200 caratteri)
Fondi di altri Ministeri o altri soggetti pubblici/privati	112.144,10	20.2	€ 82.144,10 BORSA DI STUDIO INGV € 30.000,00 FONDI DA N. 3 IMPRESE PER BORSE D.M. N. 630/2024
di cui eventuali fondi PNRR			
Fondi da bandi competitivi a livello nazionale o internazionale		0	
Finanziamenti degli altri soggetti che partecipano alla convenzione/consorzio (nel caso di dottorati in forma associata)		0	
Altro		0	
<b>Totale</b>	555041.8		

**Soggiorni di ricerca**

		Periodo medio previsto (in mesi per studente):	periodo minimo previsto (facoltativo)	periodo massimo previsto (facoltativo)
Soggiorni di ricerca (ITALIA - al di fuori delle istituzioni coinvolte)	NO			
Soggiorni di ricerca (ESTERO nell'ambito delle istituzioni coinvolte)	NO			
Soggiorni di ricerca (ESTERO - al di fuori delle istituzioni coinvolte)	SI	mesi 7	mesi: 6	mesi: 12

**Note****6. Strutture operative e scientifiche****Strutture operative e scientifiche**

Tipologia	Descrizione sintetica (max 500 caratteri per ogni descrizione)	
<b>Attrezzature e/o Laboratori</b>	Tutti i laboratori di ricerca ed i centri di calcolo dei Dipartimenti dell'Università di Catania a cui afferiscono i docenti del collegio nonché quelli degli Enti di ricerca (INFN-Sezione di Catania, INFN-Laboratori Nazionali del Sud, CNR) sono disponibili ad accogliere ed a consentire l'utilizzo delle attrezzature in loro possesso per il lavoro di ricerca dei dottorandi.	
<b>Patrimonio librario</b>	consistenza in volumi e copertura delle tematiche del corso	Le biblioteche a disposizione degli studenti di dottorato sono tutte quelle dell'ateneo di Catania (digitali e cartacee) e coprono totalmente le tematiche del corso con una consistenza complessiva in volumi più che sufficiente.
	abbonamenti a riviste (numero, annate possedute, copertura della tematiche del corso)	Gli abbonamenti (digitali e cartacei) alle riviste scientifiche da parte dell'ateneo di Catania coprono ampiamente tutte le tematiche del corso e sono più che soddisfacenti sia per quanto riguarda l'intervallo temporale che la tipologia delle riviste
<b>E-resources</b>	<b>Banche dati</b> (accesso al contenuto di insiemi di riviste e/o collane editoriali)	Tutte le banche dati accessibili on-line (ADS Abstract della NASA, ISI, Scopus, ecc) sono consultabili facilmente dai dottorandi. Gli abbonamenti a numerose riviste specialistiche prevedono, oltre al cartaceo, anche la possibilità di consultazione telematica e la possibilità di ottenere gratuitamente la versione pdf degli articoli pubblicati.
	<b>Software specificatamente attinenti ai settori di ricerca previsti</b>	I software attinenti ai settori di ricerca previsti sono largamente presenti nelle varie strutture di calcolo dei dipartimenti interessati  Le facilities computazionali offerte in particolare dal Dipartimento di Fisica e Astronomia, da quello di Matematica ed Informatica e dagli enti di ricerca a loro collegati sono di altissimo livello. E' possibile aver accesso anche alla rete computazionale GRID.
	<b>Spazi e risorse per i dottorandi e per il calcolo elettronico</b>	Gli spazi e le risorse (comprese quelle per il calcolo elettronico) a disposizione dei dottorandi all'interno dei dipartimenti cui afferiscono i docenti del collegio interessati sono sicuramente più che sufficienti.
<b>Altro</b>		

**Note****7. Requisiti e modalità di ammissione****Requisiti richiesti per l'ammissione**

Tutte le lauree magistrali? *SI, Tutte*  
se non tutte, indicare quali:

**Altri requisiti per studenti stranieri:**

(max 500 caratteri):  
 Titolo equipollente a laurea magistrale italiana e conoscenza della lingua inglese. N. 2 lettere di referenze da parte di colleghi stranieri per ogni studente.

**Eventuali note**

(max 500 caratteri):  
 I candidati stranieri, che concorrono ai posti loro riservati, potranno sostenere la prova orale anche solo per via telematica (nel rispetto delle procedure che possano garantire l'identificazione dei candidati stessi).

**Modalità di ammissione****Modalità di ammissione**

- Titoli
- Prova orale
- Lingua
- Progetto di ricerca

Per i laureati all'estero la modalità di ammissione è diversa da quella dei candidati laureati in Italia?

NO

se SI specificare:

**Attività dei dottorandi**

<b>È previsto che i dottorandi possano svolgere attività di tutorato</b>	SI	
<b>È previsto che i dottorandi possano svolgere attività di didattica integrativa</b>	SI	Ore previste: 24
<b>E' previsto che i dottorandi svolgano attività di terza missione?</b>	SI	Ore previste: 12

**Note**

(MAX 1.000 caratteri):

I dottorandi potranno svolgere una limitata attività didattica sussidiaria o integrativa, che non deve in ogni caso compromettere l'attività di formazione alla ricerca. Tale attività deve essere sempre autorizzata dal Collegio dei Docenti.

Chiusura proposta e trasmissione: 05/06/2024