

# CURRICULUM VITAE

**Giacomo Tommei, Ph.D.**

---

## 1. DATI ANAGRAFICI

**Luogo e data di nascita:** Lucca, 26 Marzo 1978

**Residenza:** Cascina (PI)

**Stato civile:** Coniugato, una figlia ed un figlio

**Codice Fiscale:** TMM GCM 78C26 E715T

**Telefono ufficio:** 0502213563

**Posta elettronica:** giacomo.tommei@unipi.it

**Posta Elettronica Certificata (PEC):** tommei@pec.spacedys.com

**Pagina web:** people.unipi.it/tommei

## 2. POSIZIONE ATTUALE

**Professore Associato di Fisica Matematica (01/A4)** presso il Dipartimento di Matematica dell'Università di Pisa (dal 29/12/2017)

## 3. POSIZIONI PASSATE

- (a) 30/12/2011 - 28/12/2017 : Ricercatore di Fisica Matematica (01/A4) presso il Dipartimento di Matematica dell'Università di Pisa
- (b) Abilitato alle funzioni di professore di seconda fascia nel settore concorsuale 01/A4 Fisica Matematica in data 28/03/2017
- (c) Abilitato alle funzioni di professore di seconda fascia nel settore concorsuale 09/A1 Ingegneria Aeronautica, Aerospaziale e Navale in data 03/02/2014
- (d) 01/06/2011 - 30/06/2011 : borsa di studio su *Determinazione orbitale vincolata* presso il Dipartimento di Matematica dell'Università di Pisa.
- (e) 01/05/2007 - 30/04/2011 : assegno di ricerca su *Esperimenti di Radioscienza per le missioni BepiColombo e Juno* presso il Dipartimento di Matematica dell'Università di Pisa.
- (f) 21/03/2007 - 20/04/2007 : contratto di prestazione occasionale su *Determinazione orbitale di debris spaziale* con l'ISTI (Istituto di Scienze e Tecnologie per l'Informazione, Sezione di Dinamica del Volo Spaziale) di Pisa.
- (g) 15/09/2006 - 15/12/2006 : contratto di collaborazione su *Aggiornamento software di determinazione orbitale per asteroidi e space debris* presso il Dipartimento di Matematica dell'Università di Pisa.

- (h) 15/03/2006 - 14/04/2006 : contratto di prestazione occasionale su *Determinazione orbitale di debris spaziale* con l'ISTI (Istituto di Scienze e Tecnologie per l'Informazione, Sezione di Dinamica del Volo Spaziale) di Pisa.
- (i) 01/01/2003 - 31/12/2005 : studente con borsa (vinta per concorso) del Dottorato di Ricerca in Matematica presso la Scuola di Dottorato Galileo Galilei dell'Università di Pisa
- (j) 01/10/2002 - 31/10/2002 : contratto di collaborazione su *Ristrutturazione e conversione in Fortran90 della parte di non-distribuzione del software OrbFit* presso il Dipartimento di Matematica dell'Università di Pisa.

#### 4. TITOLI DI STUDIO

**Titolo di Dottore di Ricerca in Matematica** conseguito il 20 Ottobre 2006 presso l'Università di Pisa discutendo la tesi dal titolo *Impact monitoring of Near-Earth Objects: theoretical and computational results* (Advisor: Prof. A. Milani Comparetti, Commissione: Prof. A. Giorgilli, Prof.ssa A. Celletti, Dr. A. Morbidelli)

**Diploma di Laurea in Matematica** (vecchio ordinamento) conseguito all'Università di Pisa nell'anno accademico 2001/2002 con una tesi dal titolo *Algoritmi per il monitoraggio di possibili impatti asteroidali* (Relatore Prof. A. Milani Comparetti)

**Diploma di maturità scientifica** conseguito presso l'Istituto C. Lorenzini di Pescia (PT) nell'anno scolastico 1996/1997

#### 5. ATTIVITA' SCIENTIFICA

##### Interessi di ricerca

La mia attività di ricerca è nel campo della Meccanica Celeste e dell'Astrodinamica. Di seguito è riportata una lista di argomenti sui quali ho lavorato e sto lavorando (una spiegazione più dettagliata di tali argomenti si trova alla fine del documento):

- **Modelli e metodi matematici per l'analisi di dati di tracking interplanetari**
- **Dinamica e determinazione orbitale di NEO (Near-Earth Objects)**
- **Dinamica e determinazione orbitale di space debris**
- **Dinamica di oggetti transnettuniani**
- **Rientri di asset spaziali**

##### Bibliometria Scopus

- **Articoli indicizzati:** 31
- **Numero citazioni:** 393
- **H-Index:** 10

## Articoli scientifici

39. G. Schettino, D. Serra, G. Tommei and A. Milani, Addressing some critical aspects of the BepiColombo MORE relativity experiment, *Celestial Mechanics & Dynamical Astronomy*, submitted (2017)
38. F. Spoto, A. Milani, G. Tommei, A. Del Vigna and P. Tanga, Short arc orbit determination and imminent impactors in the Gaia era, *Astronomy & Astrophysics*, submitted (2017)
37. E.M. Alessi, G. Tommei, I. Holbrough and J. Beck, Dynamical uncertainty and demisability occurrence for the atmospheric reentry of SOHO, *Advances in Space Research*, submitted (2017)
36. M. Zannoni, G. Tommei, P. Tortora, D. Modenini, E. Mackenzie, M. Scobeau, U. Herfort and I. Carnelli, Radio Science Investigations with the Asteroid Impact Mission, *Advances in Space Research*, accepted (2017)
35. G. Schettino, S. Cicalò, D. Serra, G. Tommei and A. Milani, The Mercury Orbiter Radio Science Experiment (MORE) on-board the ESA/JAXA BepiColombo mission to Mercury, *Proceedings of 68th International Astronautical Congress (IAC)*, Adelaide, Australia, 25-29 September 2017, IAC-17.A3.5
34. M. Saillenfest, M. Fouchard, G. Tommei and G.B. Valsecchi Non-resonant secular dynamics of transneptunian objects perturbed by a distant super-Earth, *Celestial Mechanics & Dynamical Astronomy*, Volume 129, Issue 3, pp 329-358 (2017)
33. W. M. Folkner, L. Iess, J. D. Anderson, S. W. Asmar, D. R. Buccino, D. Durante, M. Feldman, M. Gregnanin, A. Milani, M. Parisi, R. S. Park, D. Serra, G. Tommei, P. Totor, M. Zannoni, S. J. Bolton, J. E. P. Connerney and S. M. Levin Jupiter gravity field estimated from the first two Juno orbits, *Geophysical Research Letters*, Volume 44, Issue 10, pp 4694-4700 (2017)
32. G. Schettino, S. Cicalò, G. Tommei and A. Milani Determining the amplitude of Mercury's long period librations with the BepiColombo radio science experiment, *European Physical Journal+*, 132: 218 (2017)
31. E.M. Alessi, G. Tommei, I. Holbrough and J. Beck, On the reentry design for the SOHO mission, 7th European Congress on Space Debris, Darmstadt, April 2017
30. M. Saillenfest, M. Fouchard, G. Tommei and G.B. Valsecchi Study and application of the secular resonant dynamics beyond Neptune, *Celestial Mechanics & Dynamical Astronomy*, Volume 127, Issue 4, pp. 477-504 (2017)
29. D. Serra, L. Dimare, G. Tommei and A. Milani Gravimetry, rotation and angular momentum of Jupiter from the Juno Radio Science Experiments, *Planetary & Space Science*, Volume 134, pp. 100-111 (2016)
28. G. Schettino and G. Tommei Testing General Relativity with the Radio Science Experiment of the BepiColombo mission to Mercury, *Universe*, 2(3), 21 doi:10.3390/universe2030021 (2016)
27. F. De Marchi, G. Tommei, A. Milani and G. Schettino Constraining the Nordvedt parameter with the BepiColombo Radioscience experiment, *Physical Review D*, 93, 123014 (2016)

26. M. Saillenfest, M. Fouchard, G. Tommei and G.B. Valsecchi Long term dynamics beyond Neptune: secular models to study the regular motions, *Celestial Mechanics & Dynamical Astronomy*, Volume 126, Issue 4, pp. 369-403 (2016)
25. G. Schettino, L. Imperi, G. Tommei and L. Iess Sensitivity study of systematic effects in the BepiColombo relativity experiment, *Proceedings of 3rd International Workshop in Metrology for Aerospace* (2016), accepted, in press
24. S. Cicalò, G. Schettino, S. Di Ruzza, E.M. Alessi, G. Tommei and A. Milani The BepiColombo MORE gravimetry and rotation experiments with the ORBIT14 software, *Monthly Notices of Royal Astronomical Society*, Volume 457 Issue2, pp. 1507-1521 (2016)
23. G. Schettino, S. Di Ruzza, F. De Marchi, S. Cicalò, G. Tommei and A. Milani The radio science experiment with BepiColombo mission to Mercury, *Memorie della Società Astronomica Italiana*, Volume 87, 24-29 (2016)
22. G. Tommei, F. De Marchi, D. Serra and G. Schettino On the Bepicolombo and Juno Radio Science Experiments: precise models and critical estimates, *Proceedings of 2nd International Workshop in Metrology for Aerospace* (2015)
21. G. Schettino, S. Cicalò, S. Di Ruzza and G. Tommei The relativity experiment of MORE: global full-cycle simulation and results, *Proceedings of 2nd International Workshop in Metrology for Aerospace* (2015)
20. G. Tommei, L. Dimare, D. Serra and A. Milani On the Juno Radio Science Experiment: models, algorithms and sensitivity analysis, *Monthly Notices of Royal Astronomical Society*, Volume 446, Issue 3, pp. 3089-3099 (2015)
19. G. Tommei Celestial Mechanics and astrodynamics workshop for high-school students: an Italian experience, *Proceedings of the 63rd International Astronautical Congress*, Napoli, 1-5 October, available on CD-ROM, IAC-12.E1.2.7 (2012)
18. G. Tommei, L. Dimare, A. Milani e D. Serra Orbit determination for the radio science experiment of the NASA mission Juno, *Proceedings of the 63rd International Astronautical Congress*, Napoli, 1-5 October, available on CD-ROM, IAC-12.A3.5.4 (2012)
17. E.M. Alessi, S. Cicalò, A. Milani and G. Tommei Desaturation Maneuvers and precise orbit determination for the BepiColombo mission, *Monthly Notices of Royal Astronomical Society*, Volume 423, Issue 3, pp. 2270-2278 (2012)
16. A. Milani, G. Tommei, D. Farnocchia, A. Rossi, T. Schildknecht and R. Jehn Correlation and orbit determination of space objects based on sparse optical data, *Monthly Notices of Royal Astronomical Society*, Volume 417, Issue 3, pp. 2094-2103 (2011)
15. E.M. Alessi, S. Cicalò, A. Milani, G. Tommei Desaturation Maneuvers and precise orbit determination for the BepiColombo mission, *Proceedings of the 62nd International Astronautical Congress*, Cape Town, South Africa, 3-7 October 2011, available on CD-ROM, IAC-11.C1.2.4 (2011)
14. G. Tommei, A. Milani and D. Vokrouhlicky Light time computations for the Bepicolombo radioscience experiment, *Celestial Mechanics & Dynamical Astronomy*, Volume 107, Number 1-2, pp. 285 ? 298 (2010)
13. D. Farnocchia, G. Tommei, A. Milani and A. Rossi Innovative methods of correlation and orbit determination for space debris, *Celestial Mechanics & Dynamical Astronomy*, Volume 107, Number 1-2, pp. 169 ? 185 (2010)

12. A. Milani, G. Tommei, D. Vokrouhlicky, E. Latorre and S. Cicalo? Relativistic models for the BepiColombo radioscience experiment, Proceedings of the IAU Symposium 261 Relativity in Fundamental Astronomy: Dynamics, Reference Frames, and Data Analysis, Proceedings of the International Astronomical Union, IAU Symposium, Volume 261, p. 356-365 (2010)
11. G. Tommei, A. Milani, D. Farnocchia and A. Rossi Correlation of space debris observations by the virtual debris algorithm, CD-ROM Proceedings of Fifth European Conference on Space Debris, SP-672 (2009)
10. A. Milani, G.F. Gronchi, D. Farnocchia, G. Tommei and L. Dimare Optimization of space surveillance resources by innovative preliminary orbit methods, CD-ROM Proceedings of Fifth European Conference on Space Debris, SP-672 (2009)
9. G.F. Gronchi, G. Tommei e A. Milani Mutual geometry of confocal Keplerian orbits: uncertainty of the MOID and search for Virtual PHAs, Proceedings of IAU Symposium 236. Edited by G.B. Valsecchi and D. Vokrouhlicky, Cambridge University Press, pp.3-14 (2007)
8. G.F. Gronchi and G. Tommei On the uncertainty of the minimal distance between two confocal Keplerian orbits, Discrete and Continuous Dynamical Systems-Series B, Volume 7, Number 4, June 2007, pp. 755 ? 778
7. G. Tommei, A. Milani and A. Rossi Orbit Determination of Space Debris: Admissible Regions, Celestial Mechanics & Dynamical Astronomy, Volume 97, Number 4, pp. 289 ? 304 (2007)
6. G. Tommei Monitoraggio di impatti di NEAs: risultati teorici e computazionali Bollettino dell'Unione Matematica Italiana. Sezione A: la matematica nella società e nella cultura. Vol. 10, Numero 2, pp. 363-366 (2007)
5. G. Tommei Canonical elements for Opik theory, Celestial Mechanics & Dynamical Astronomy, Volume 94, Number 2, pp. 173 ? 195 (2006)
4. G.B. Valsecchi, A. Milani, A. Rossi and G. Tommei The SRT, Near-Earth objects, and space debris, Proceedings of conference SCIENCE WITH SRT, Memorie della Società Astronomica Italiana, Supplementi Volume 10, 186, (2006)
3. G. Tommei Nonlinear impact monitoring: 2-dimensional sampling, Proceedings of the IAU Colloquium 197 Dynamics of Populations of Planetary Systems Issue IAUC197 ? pp. 259-264 (2005)
2. A. Milani, M.E. Sansaturio, G. Tommei, O. Arratia and S.R. Chesley Multiple solutions for asteroid orbits: computational procedure and applications, Astronomy & Astrophysics, 431, Number 2, pp. 729-746 (2005)
1. A. Milani, S.R. Chesley, M.E. Sansaturio, G. Tommei and G.B. Valsecchi Nonlinear impact monitoring: Line of Variation searches for impactors, ICARUS, Volume 173, Issue 2 (Febbraio), pp. 362-384 (2005)

**Libri:**

- (a) G. Tommei, *Matematica di base*, Apogeo editore, 2010
- (b) G. Tommei, *Matematica di base - Seconda edizione*, Apogeo Education - Maggioli Editore, 2015, ISBN 8891612670

- (c) Curatore per UTET dell'edizione italiana *Matematica per le scienze della vita* del libro di Bodine - Lenhart -Gross *Mathematics for the Life Sciences*, 2017, ISBN 9788860084774

**E-books:**

- (a) G. Tommei, *Matematica di base - Aritmetica e algebra elementare*, Apogeo editore, 2011
- (b) G. Tommei, *Matematica di base - Geometria elementare*, Apogeo editore, 2011
- (c) G. Tommei, *Matematica di base - Insiemi e funzioni*, Apogeo editore, 2011
- (d) G. Tommei, *Matematica di base - Funzioni lineari*, Apogeo editore, 2011
- (e) G. Tommei, *Matematica di base - Funzioni quadratiche*, Apogeo editore, 2011
- (f) G. Tommei, *Matematica di base - Equazioni e disequazioni*, Apogeo editore, 2011
- (g) G. Tommei, *Matematica di base - Coniche*, Apogeo editore, 2011
- (h) G. Tommei, *Matematica di base - Funzioni esponenziali e logaritmiche*, Apogeo editore, 2011
- (i) G. Tommei, *Matematica di base - Funzioni trigonometriche*, Apogeo editore, 2011
- (j) G. Tommei, *Matematica di base - Calcolo combinatorio e probabilità*, Apogeo editore, 2011

**Comunicazioni a congressi o convegni:**

- *Asteroid Impact Predictions: Reliability, Completeness and Countermeasures*, con A. Milani(speaker), G.B. Valsecchi, M.E. Sansaturio  
ACM 2002, Berlino
- *The cases of 1997 XF11 and 1999 AN10 revisited* con G.B. Valsecchi (speaker), M.E. Sansaturio  
Von Humboldt Colloquium, Bad Hofgastein, Marzo 2004
- *Nonlinear impact monitoring: 1-Dimensional or 2-Dimensional sampling of confidence region?*  
IAU Colloquium 197, Belgrado, Settembre 2004
- *SRT and the Near-Earth Objects*, con G.B. Valsecchi (speaker), A. Milani, A. Rossi  
Science with SRT, Workshop, Bologna, 10-11 Maggio 2004
- *Multiple solutions for asteroid orbits: applications in identification and impact monitoring* (poster) con O. Arratia, M.E. Sansaturio, S.R. Chesley  
IAU Symposium 229, ACM 2005, Brasile
- *2004 MN<sub>4</sub> keyholes* con G.B. Valsecchi (speaker), A. Milani, A. Rossi  
IAU Symposium 229, ACM 2005, Brasile
- *Canonical elements for Öpik theory*  
CELMEC IV, 2005, San Martino al Cimino (Viterbo)
- *On the uncertainty of the minimal distance between two confocal Keplerian orbits* (poster) con G.F. Gronchi  
Carles Simó Fest, Barcelona (Spagna), 29 Maggio - 3 Giugno 2006

- *Mutual Geometry of Confocal Keplerian Orbits: Uncertainty of the MOID and Search for Virtual PHAs* con G.F. Gronchi (speaker) e A. Milani  
IAUS 236 Near Earth Objects, our Celestial Neighbors: Opportunity and Risk, Praga (Repubblica Ceca), 14-18 Agosto 2006
- *Admissible regions for space debris orbits*  
Conferenza INDAM-SIMAI, Prospettive di sviluppo della Matematica Applicata in Italia, Parma, 18-19 Maggio 2007
- *The MORE Radioscience Experiment on BepiColombo : the challenge of the next generation interplanetary orbit determination* con A. Milani(speaker), L. Iess e P. Tortora  
First European Workshop on Solar System Dynamics and Ephemerides, ESOC, Darmstadt, 21-22 Giugno 2007
- *Determinazione orbitale per BepiColombo: problemi e soluzioni* con A. Milani(speaker), G.F. Gronchi e A. Rossi  
VIII Convegno Nazionale di Scienze Planetarie, Bormio, 21-25 Gennaio 2008
- *Precise orbitography of BepiColombo and the determination of Mercury gravity field* con L. Iess (speaker) e A. Milani  
EGU (European Geosciences Union) General Assembly, Vienna (Austria), 13-18 Aprile 2008
- *Optimization of space surveillance resources by innovative preliminary orbit methods* con A. Milani (speaker), G.F. Gronchi, D. Farnocchia e L. Dimare  
V European Conference on Space Debris, ESA/ESOC, Darmstadt (Germania), 30 Marzo - 2 Aprile 2009
- *Correlation of space debris observations by the virtual debris algorithm* con A. Milani, D. Farnocchia e A. Rossi  
V European Conference on Space Debris, ESA/ESOC, Darmstadt (Germania), 30 Marzo - 2 Aprile 2009
- *Search for Virtual PHAs: the case of large confidence regions* (poster) con G.F. Gronchi, A. Milani e C. Tardioli  
1st IAA Planetary Defense Conference, Granada (Spagna), 27 - 30 Aprile 2009
- *Relativistic models for the BepiColombo radioscience experiment* con A. Milani(speaker), D. Vokrouhlický, E. Latorre e S. Cicalò  
IAU Symposium 261 "Relativity in Fundamental Astronomy: Dynamics, Reference Frames, and Data Analysis", Virginia Beach (USA), 27 Aprile - 1 Maggio 2009
- *Relativistic orbit determination for the BepiColombo RadioScience experiment* con A. Milani, E. Latorre e S. Cicalò  
CELMEC V, San Martino al Cimino (VT), 6-12 Settembre 2009
- *Effects of the relativistic corrections on the accuracy of the MORE orbit determination* (poster)  
Bepicolombo Geodesy & Geophysics Working Group, DLR Berlino, 1-2 Luglio 2010
- *La preparazione matematica di chi si iscrive all'Università: riflessioni sulla situazione reale*  
Convegno "EDUCAZIONE MATEMATICA: QUALI PROSPETTIVE?", Liceo Statale "Lorenzini", Pescia (PT), 28 Settembre 2011

- *Desaturation Maneuvers and precise orbit determination for the BepiColombo mission* with E.M. Alessi (speaker), S. Cicalò, A. Milani  
62nd International Astronautical Congress, Cape Town, South Africa, 3-7 October 2011
- *Requirements on space-time reference systems for the BepiColombo and Juno missions* with A. Milani (speaker), L. Dimare, IAU Joint Discussion 7: Space-Time Reference Systems for Future Research at IAU General Assembly-Beijing, August 2012
- *Orbit determination for the radio science experiment of the NASA mission Juno* with L. Dimare, A. Milani, D. Serra  
63rd International Astronautical Congress, Napoli, 1-5 October 2012
- *Celestial Mechanics and astrodynamics workshop for high-school students: an Italian experience*  
63rd International Astronautical Congress, Napoli, 1-5 October 2012
- *Prediction of imminent impactors: Manifold Of Variations methods* with A. Milani, F. Spoto and F. Bernardi, ACM14, Helsinki (Finland), June 30th - July 4th 2014
- *Modern tests on general relativity in the Mercury Orbiter Radioscience Experiment in the BepiColombo mission* with S. Di Ruzza (speaker), A. Milani, and S. Cicalò, IAUS Complex Planetary Systems, Namur (Belgium), 7-11 July 2014
- *Orbit determination for the Radio Science experiment of the NASA's Juno mission to Jupiter* with D. Serra (speaker), A. Milani, L. Dimare and S. Cicalò, IAUS Complex Planetary Systems, Namur (Belgium), 7-11 July 2014
- *The relativity experiment of MORE: global full-cycle simulation and results* with G. Schettino (speaker), S. Cicalò, S. Di Ruzza, IEEE International Workshop in Metrology for Aerospace, Benevento, June 2015
- *On the BepiColombo and Juno Radio Science Experiments: precise models and critical estimates* (poster) with F. De Marchi, D. Serra, G. Schettino, IEEE International Workshop in Metrology for Aerospace, Benevento, June 2015
- *An automated system for the prediction of imminent impactors* with F. Spoto (speaker), A. Milani, F. Bernardi, A. Del Vigna, IAU General Assembly, Meeting 29, Hawaii, August 2015
- *The fossil Oort cloud and the dynamics beyond Neptune* with M. Saillenfest (speaker), M. Fouchard and G.B. Valsecchi, EPSC Nantes, 27 September - 2 October 2015
- *Radio Science Investigations with Asteroid Impact Mission* with M. Zannoni (speaker), D. Modenini, P. Tortora and G. Schettino, AIM Science Meeting, ESAC Madrid, 1-2 March 2016
- *Sensitivity study of systematic effects in the BepiColombo relativity experiment* with G. Schettino, L. Imperi e L. Iess, International workshop in Metrology for Aerospace, Florence 22-23 June 2016



- *A secular representation for the long-term resonant dynamics beyond Neptune* (poster), with M. Saillenfest (poster presenter), M. Fouchard and G.B. Valsecchi, DPS-EPSC, Pasadena, October 2016
- *Short arc orbit determination and imminent impactors* with A. Del Vigna (speaker), F. Spoto, A. Milani and P. Tanga, ACM Montevideo, April 2017
- *The Mercury Orbiter Radio Science Experiment (MORE) on-board the ESA/JAXA BepiColombo mission to Mercury* with G. Schettino (speaker), S. Cicalò, D. Serra and A. Milani, 68th International Astronautical Congress (IAC), Adelaide, Australia, 25-29 September 2017

#### **Seminari presso Università:**

- *Dinamica degli incontri ravvicinati di NEOs*  
Seminario di Fisica Matematica, Università di Pisa, 5 Marzo 2008
- *Radio Science and Maths: two key tools for the exploration of the Solar System*  
Scuola di Ingegneria, Università di Pisa, organizzato dall'associazione EUROAVIA-PISA, 15 Dicembre 2016

#### **Reviewer per:**

- Proceedings IAU Symposium 236*
- Celestial Mechanics & Dynamical Astronomy*
- International Journal of Aerospace Engineering*
- ICARUS*
- Advances in Space Research*
- Journal of Guidance, Control, and Dynamics* (Excellent Reviewer for JGCD in 2017)
- The European Physical Journal - Plus* (Distinguished Referee 2014)
- Journal of Systems and Control Engineering*
- Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*
- IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems*

#### **Partecipazione a Scuole o Workshop Scientifici:**

- NATO Advanced Study Institute, *Chaotic Worlds: From Order to Disorder in Gravitational N-Body Dynamical Systems*, Cortina d'Ampezzo (BL), Italia 8 - 20 Settembre 2003
- Division on Dynamical Astronomy Meeting, Cannes, France, 19-23 Aprile 2004
- Asteroid Rotation Day, CNR Pisa, 24 Aprile 2004
- IAU Colloquium 197 *Dynamics of Populations of Planetary Systems* 31 Agosto - 4 Settembre 2004 Belgrado, Serbia e Montenegro
- Assemblée Scientifica del GNFM, Montecatini Terme (PT), Ottobre 2004
- CELMEC IV, San Martino al Cimino (Viterbo) 11-16 Settembre 2005
- Assemblée Scientifica del GNFM, Montecatini Terme (PT), 6-8 Aprile 2006

- Workshop su “Orbite preliminari e determinazione orbitale”, Dipartimento di Matematica, Università di Pisa, 19 Ottobre 2006
- MORE Team Meeting, Alcatel Alenia Space, Roma, 26 Febbraio 2007
- Conferenza INDAM-SIMAI, Prospettive di sviluppo della Matematica Applicata in Italia, Parma, 18-19 Maggio 2007
- First European Workshop on Solar System Dynamics and Ephemerides, ESOC, Darmstadt, 21-22 Giugno 2007
- Progress Meeting BepiColombo Mission, CNR-INAF, Roma, 13 Marzo 2008
- Progress Meeting del contratto ESA/ESOC *Orbit Determination of Space Objects Based on Sparse Optical Data*, Dipartimento di Matematica, Università di Pisa, 4 Luglio 2008
- Relativity Working Group BepiColombo Mission, Dipartimento di Ingegneria Aerospaziale, Roma, 16-17 Febbraio 2009
- V European Conference on Space Debris, ESA/ESOC, Darmstadt (Germania), 30 Marzo - 2 Aprile 2009
- CELMEC V, San Martino al Cimino (VT), 6-12 Settembre 2009
- Progress Meeting # 1 del contratto ESA *ENABLING TECHNOLOGIES FOR SPACE SITUATIONAL AWARENESS (SSA) - NEO Segment*, Telespazio, Roma, 26 Gennaio 2010
- Progress Meeting del contratto ESA/ESOC *Orbit Determination of Space Objects Based on Sparse Optical Data*, Dipartimento di Matematica, Università di Pisa, 16 Ottobre 2009
- Final presentation del contratto ESA/ESOC *Orbit Determination of Space Objects Based on Sparse Optical Data*, ESA/ESOC, Darmstadt (Germania), 1 Marzo 2010
- Progress Meeting # 2 del contratto ESA *ENABLING TECHNOLOGIES FOR SPACE SITUATIONAL AWARENESS (SSA) - NEO Segment*, Telespazio, Roma, 3 Giugno 2010
- International Workshop on Paolo Farinella (1953-2000): the scientist and the man, Dipartimento di Matematica, Università di Pisa, 14-16 Giugno 2010
- Bepicolombo Geodesy & Geophysics Working Group, DLR Berlino, 1-2 Luglio 2010
- Progress Meeting BepiColombo MORE, ASI, Roma, 17 Dicembre 2010
- Seconda riunione di avanzamento contratto BepiColombo/Juno, Roma, 18 Febbraio 2011
- 63rd International Astronautical Congress, Napoli, 1-5 October
- Asteroid Comets Meteor 2014, Helsinki (Finland), June 30th - July 4th 2014
- 3GM Science Team Meeting, Roma 15-16 January 2015
- International workshop in Metrology for Aerospace, Florence 22-23 June 2016

#### **Finanziamenti e partecipazioni a progetti di ricerca:**

- (a) Responsabile dell'unità di ricerca di Pisa per il contratto ASI *Radioscienza per Bepi Colombo e Juno: prosecuzione attività scientifiche*, 2017-2019

- (b) Beneficiario del FFABR (Fondo di Finanziamento delle Attività Base della Ricerca) 2017
- (c) Responsabile dell'unità di ricerca di Pisa per il contratto ESA *Radio Science with AIM*, 2016-2017
- (d) Membro dell'unità di ricerca di Pisa per il contratto ASI *Radioscienza per Bepi Colombo e Juno: attività scientifiche*, 2009-2017
- (e) Work Package Manager del contratto ESA/ESOC *Orbit Determination of Space Objects Based on Sparse Optical Data*, 2007-2009
- (f) Partecipazione allo studio ESA (contraente Telespazio s.p.a) "ENABLING TECHNOLOGIES FOR SPACE SITUATIONAL AWARENESS (SSA) - NEO Segment", 2009/2010

**Appartenenza ad associazioni:**

- (a) Gruppo Nazionale di Fisica Matematica (GNFM), dal 2003
- (b) Società Italiana di Meccanica Celeste e Astrodinamica (SIMCA), dal 2003
- (c) Unione Matematica Italiana (UMI), dal 2007
- (d) International Astronomical Union (IAU), dal 2009

6. ATTIVITA' DIDATTICA

**Culture della materia "Matematica"** 2006-2012 con delibera del Consiglio della Facoltà di Scienze Matematiche Fisiche e Naturali dell'Università di Pisa.

**Incarichi didattici:**

*Anno Accademico 2017/2018*

- Titolare del corso Calcolo delle Probabilità e Statistica (CPS-B) del Corso di Laurea in Informatica dell'Università di Pisa
- Co-docente del corso di Matematica B del Corso di Laurea in Scienze Biologiche dell'Università di Pisa

*Anno Accademico 2016/2017*

- Esercitazioni per il corso di Matematica A del Corso di Laurea in Scienze Biologiche dell'Università di Pisa
- Co-docente del corso di Matematica B del Corso di Laurea in Scienze Biologiche dell'Università di Pisa
- Titolare del corso Determinazione Orbitale del Corso di Laurea Magistrale in Matematica dell'Università di Pisa

*Anno Accademico 2015/2016*

- Esercitazioni per il corso di Meccanica Razionale del Corso di Laurea in Ingegneria Aerospaziale dell'Università di Pisa
- Esercitazioni per il corso di Meccanica Razionale del Corso di Laurea/Laurea Magistrale in Matematica dell'Università di Pisa

- Titolare del corso Meccanica Celeste del Corso di Laurea Magistrale in Matematica dell'Università di Pisa

*Anno Accademico 2014/2015*

- Esercitazioni per il corso di Matematica del Corso di Laurea in Scienze Biologiche dell'Università di Pisa
- Esercitazioni per il corso di Meccanica Razionale del Corso di Laurea/Laurea Magistrale in Matematica dell'Università di Pisa
- Titolare del corso Determinazione Orbitale del Corso di Laurea Magistrale in Matematica dell'Università di Pisa

*Anno Accademico 2013/2014*

- Esercitazioni per il corso di Matematica del Corso di Laurea in Scienze Biologiche dell'Università di Pisa
- Esercitazioni per il corso di Istituzioni di Fisica Matematica per il Corso di Laurea Magistrale in Matematica dell'Università di Pisa
- Titolare del corso Meccanica Celeste del Corso di Laurea Magistrale in Matematica dell'Università di Pisa

*Anno Accademico 2012/2013*

- Esercitazioni per il corso di Matematica del Corso di Laurea in Scienze Biologiche dell'Università di Pisa
- Esercitazioni per il corso di Istituzioni di Fisica Matematica per il Corso di Laurea Magistrale in Matematica dell'Università di Pisa

*Anni 2006-2012*

- Supplenza presso l'Istituto "C. Lorenzini" di Pescia (PT) sulla classe di concorso A049 (Matematica e Fisica) dal 9 Gennaio 2006 al 24 Febbraio 2006 (18 ore settimanali)
- Corso propedeutico di Matematica per gli Allievi Commissari e Sanitari I classe dell'Accademia Navale di Livorno (19 Settembre - 7 Ottobre 2006)
- Attività di supporto alla didattica per il Corso di Matematica e Statistica per il Corso di Laurea in Scienze Biologiche Molecolari dell'Università di Pisa, a.a. 2006/2007
- Attività di supporto alla didattica per il Corso di Matematica e Statistica per il Corso di Laurea in Scienze Biologiche Molecolari dell'Università di Pisa, a.a. 2007/2008
- Esercitazioni per il Corso di Meccanica Razionale e Analitica del Corso di Laurea in Matematica dell'Università di Pisa, a.a. 2007/2008
- Corso di Recupero di Matematica (AFA) della Facoltà di Scienze Matematiche Fisiche e Naturali dell'Università di Pisa, a.a. 2008/2009
- Attività di supporto alla didattica per il Corso di Matematica e Statistica per il Corso di Laurea in Scienze Biologiche Molecolari dell'Università di Pisa, a.a. 2008/2009
- Esercitazioni per il Corso di Meccanica Razionale e Analitica del Corso di Laurea in Matematica dell'Università di Pisa, a.a. 2008/2009

- Precorsi di Matematica della Facoltà di Scienze dell'Università di Pisa, a.a. 2009/2010
- Tutorato di Matematica per il Corso di Laurea in Scienze Biologiche dell'Università di Pisa, a.a. 2009/2010
- Attività di supporto alla didattica per il Corso di Istituzioni di Fisica Matematica per il Corso di Laurea Magistrale in Matematica dell'Università di Pisa, a.a. 2009/2010
- Attività di supporto alla didattica per il Corso di Matematica per il Corso di Laurea in Scienze Biologiche dell'Università di Pisa, a.a. 2009/2010
- Precorsi di Matematica della Facoltà di Scienze dell'Università di Pisa, a.a. 2010/2011
- Corso di recupero di Matematica per il Corso di Laurea in Scienze Biologiche dell'Università di Pisa, a.a. 2010/2011
- Corso di recupero di Matematica per il Corso di Laurea in Scienze Biologiche dell'Università di Pisa, a.a. 2011/2012

### **Supervisione di tesi - Laurea in Matematica**

Tesi supervisionate a.a. 2016/2017

- Alessia Gentilini, *Attrattori strani e identificazione del caos in sistemi biologici* (14/07/2017)
- Annalisa Mazzuca, *Il Problema dei Tre Corpi: applicazioni alle missioni Terra-Luna a basso costo di energia* (22/09/2017)

Tesi supervisionate a.a. 2015/2016

- Elena Rossi, *Dinamica simbolica e mappe caotiche* (15/04/2016)

Tesi supervisionate a.a. 2014/2015

- Sofia Murgia, *Integrabilità e variabili di Delaunay* (30/01/2015)
- Alessia Bertolucci, *Il problema dei tre corpi ristretto circolare: applicazione alla progettazione di missioni nello spazio* (13/03/2015)
- Andrea Cirino, *Soluzioni universali per il problema dei due corpi* (18/09/2015)
- Roberto Paoli, *Una teoria analitica per flyby* (04/12/2015)

Tesi supervisionate a.a. 2013/2014

- Alessia Vanni, *Biforcazioni in sistemi dinamici* (18/07/2014)
- Alessio Aristodemo, *Un approccio variazionale discreto alla meccanica celeste: il PCR3BP e il problema dei 4 corpi* (18/07/2014)
- Marco Montechiaro, *Teoria della regione ammissibile per la correlazione di detriti spaziali* (17/10/2014)
- Stefania Lisai, *Equazione di HJB per il controllo del caos: caso dell'attrattore di Rossler* (05/12/2014)
- Ilaria Flandoli, *Teoria della regolarizzazione e quaternioni* (05/12/2014)
- Lisa Selmi, *Il problema dei tre corpi piano isoscele* (05/12/2014)

Tesi supervisionate a.a. 2012/2013

- Vincenzo Di Pierri, *Metodi matematici per il calcolo delle correzioni al light-time nell'approssimazione post-Newtoniana* (18/10/2013)
- Maria Iolanda Serra, *L'integrabilità del problema dei due centri fissi* (02/12/2013)
- Elena Bachini, *Il problema di Lambert: un approccio secondo la teoria del controllo ottimo* (02/12/2013)

### **Supervisione di tesi - Laurea Magistrale in Matematica**

Tesi supervisionate a.a. 2015/2016

- Vincenzo Di Pierri, *Testing alternative theories of gravity with the BepiColombo Radio Science Experiment* (16/12/2016)

Tesi supervisionate come controrelatore

- Controrelatore delle tesi di Daniele Serra (argomento: gravità di Giove con Juno), Carlo Merlano (argomento: perturbazioni gravitazionali e sistemi di coordinate), Giacomo Lari (argomento: la risonanza di Laplace nel sistema gioviano), Alessio Del Vigna (argomento: l'esperimento di relatività di BepiColombo).

### **Supervisione di tesi - Dottorato in Matematica**

- 2014-2017: co-relatore della tesi di dottorato del Dott. Melaine Salleinfest, in co-tutela tra l'Osservatorio di Parigi e l'Università di Pisa, discussa il 3 Luglio 2017. Titolo della tesi: *Secular theories and orbital dynamics beyond Neptune*

### **Commissioni laurea e dottorato presso altre Università**

- 7 Maggio 2014: membro della commissione per il conseguimento del Dottorato in Ingegneria Aerospaziale dell'Università di Bologna (sede distaccata di Forlì).

## **7. ATTIVITÀ GESTIONALI**

- Membro del collegio del dottorato in Matematica (ciclo XXXIII) dell'Università di Pisa
- Membro eletto della Commissione Scientifica di Area 1 per il biennio 2016-2018
- Membro del Comitato Operativo del Centro Dipartimentale di Calcolo Scientifico e Nuove Tecnologie per la Didattica del Dipartimento di Matematica (dal 2017)
- Membro eletto della Giunta del Dipartimento di Matematica (2016-2017)
- Membro eletto della Commissione Orientamento, che si occupa di pianificare e realizzare le attività di orientamento per il corso di laurea in Matematica (dal 2013)
- Membro eletto della Commissione Paritetica di Dipartimento (2012-2016)
- Membro nominato della Commissione Didattica Paritetica dei Corsi di Studio in Matematica (2012-2016)
- Membro del Gruppo di Riesame, che si occupa di stilare ogni anno il Rapporto di Riesame per gli accreditamenti dei corsi di studio (2012-2016)

## **8. ATTIVITÀ SCIENTIFICO-CULTURALE E DIVULGATIVA**

- (a) Autore della recensione del libro *Gli asteroidi e il rischio da impatto* di M. Di Martino per la rivista online Cassiopea
- (b) Autore dell'articolo *Il traffico è un gioco?* pubblicato nella Biblioteca dei 500 della rivista online Ulisse della Sissa di Trieste nell'anno 2005
- (c) Seminario di orientamento al TUODay 2012 organizzato dall'Università di Pisa presso la Stazione Leopolda (18 Aprile 2012)
- (d) Conferenza dal titolo *Matematica vs Armageddon, come prevedere l'imprevedibile*, La Limonaia, Pisa, 10 Maggio 2013, all'interno della mostra "Tessere e colori"
- (e) Pianeta Galileo 2013
  - Conferenza dal titolo *Matematica vs Armageddon, come prevedere l'imprevedibile*, tenuta presso il Liceo Statale "C. Lorenzini" di Pescia (PT) in data 26 Novembre 2013.
  - Conferenza dal titolo *Matematica vs Armageddon, come prevedere l'imprevedibile*, tenuta presso l'Istituto Professionale Statale "Sismondi-Pacinotti" di Pescia (PT) in data 15 Gennaio 2014
- (f) Pianeta Galileo 2015
  - Conferenza dal titolo *Esploriamo il Sistema Solare con la matematica*, tenuta presso IIS "C. Livi" di Prato (PO) in data 11 Novembre 2015
- (g) Campus *Il futuro presente*, 5 Settembre 2017, Quarrata (PT)
  - Conferenza dal titolo *Matematica e Robot: le chiavi per l'esplorazione del Sistema Solare*
- (h) Dal 2012, responsabile di laboratorio per la "Settimana Matematica", evento di orientamento organizzato dal Dipartimento di Matematica dell'Università di Pisa.
- (i) Collaboratore della casa editrice Zanichelli

## 9. RICONOSCIMENTI

- (a) Nel 2008 è stato assegnato il nome Tommei all'asteroide (89735)

## 10. TRASFERIMENTO TECNOLOGICO

- (a) Fondatore e socio dell'azienda Space Dynamics Services (SpaceDyS) srl, spin-off dell'Università di Pisa con sede presso il Polo Tecnologico di Navacchio di Cascina (Pisa). Dalla nascita dell'azienda (2 Maggio 2011) a Dicembre 2011 ho ricoperto il ruolo di vice-presidente della società.

## 11. DESCRIZIONE DELLA RICERCA

- **Mathematical models and methods for the analysis of interplanetary tracking data**

I am involved in three research projects whose common denominator is the radio science. Radio science means the achievement of scientific goals, such as determining the gravity field of a planet or a minor planet, constraining its rotation status or testing gravitational theories, using tracking data of an interplanetary probe.

The three research projects are related to three distinct space missions: Bepi-Colombo (launch in 2018), Juno (now Jupiter) and Asteroid Impact Mission (AIM, candidate mission).

BepiColombo ESA mission BepiColombo is an European Space Agency mission to be launched in 2018, with the goal of an in-depth exploration of the planet Mercury; it has been identified as one of the most challenging long-term planetary projects. Only two NASA missions had Mercury as target in the past, the Mariner 10, which flew by three times in 1974-5 and Messenger, which carried out its flybys on January and October 2008, September 2009 and started its year-long orbiter phase in March 2011. The BepiColombo mission is composed by two spacecraft to be put in orbit around Mercury. The Radio Science Experiment (RSE) is one of the on board experiments, which would coordinate a gravimetry, a rotation and a relativity experiment, using a very accurate range and range rate tracking. These measurements will be performed by a full 5-way link to the Mercury orbiter; by exploiting the frequency dependence of the refraction index, the differences between the Doppler measurements (done in Ka and X band) and the delay give information on the plasma content along the radiowave path. In this way most of the measurements errors introduced can be removed, improving of about two orders of magnitude with respect to the past technologies. My group, supported by the team of SpaceDyS, developed the orbit determination code that will be used for MORE (Mercury Orbiter Radioscience Experiment), and is running a lot of simulations to prove that the mission could satisfy the scientific goals, that are a better knowledge of the gravity field of Mercury and of its rotation state, the testing of general relativity and the improving of planetary ephemerides.

JUNO NASA mission JUNO is a NASA mission launched on 5 August 2011 and inserted in orbit around Jupiter on 4th July, 2016. JUNO's goal is to understand the origin and evolution of Jupiter. Using a spinning, solar powered spacecraft JUNO will produce global maps of the gravity, magnetic fields, and atmospheric composition from a unique polar orbit with a close perijove. My group, supported by the team of SpaceDyS, developed the orbit determination code that we are using to analyze the Juno tracking data.

I worked also on the Asteroid Impact Mission (AIM) that has not been approved, but the concept is still alive. A group of the University of Bologna and myself had a contract to study the possible scientific results performing a radio science experiment with AIM.

For more information, see publications [12], [14], [15], [17], [18], [20], [21], [22], [23], [24], [25], [27], [28], [29], [32], [33], [35], [36]

- **Dynamics and Orbit Determination of NEOs (Near-Earth Objects)**

During my M.Sc. thesis and my Ph.D period I studied the dynamics of Near-Earth Objects (NEOs). The NEOs population includes both asteroids and active/extinct comets having perihelion distances  $q \leq 1.3$  AU and aphelion distances  $Q \geq 0.983$  AU. In particular my research focused on the Impact Monitoring (IM), that is a not so easy consequence of the process of orbit determination of asteroids.

When a celestial body (asteroid, comet) has been observed only over a short time, its orbits is strongly undetermined and it could be anywhere in a confidence region (a subset of the 6-dimensional space of the orbital elements) where the astrometric residuals are acceptable. This region can be sampled by a set of Virtual Asteroids (VAs): one of them is real, but we do not know which one. The goal of IM is to establish whether the confidence region contains some Virtual Impactor (VI), a small subset of initial conditions leading to a collision with the Earth. The colli-



sion subset for a given epoch may be disconnected, when the same collision can be reached through different dynamics ways (for example resonant returns in different resonances): in this case a VI is a connected component of the collision subset. The Impact Probability (IP) of a VI is proportional to the volume of the VI in the orbital elements space; finding an initial condition belonging to the VI, the VI representative, when the IP is small, would require a very dense sampling. The problem is how to do this sampling to guarantee completeness to VI search, taking into account the computational costs. One class of methods (it includes Monte Carlo and Statistical Ranging methods, uses random sampling of the confidence region to study the probabilistic distributions of the orbits through the swarm of VAs. When a large catalogs of asteroids has to be handled and we need to detect small probabilities computing a small number of VAs orbits, it is more efficient to sample the confidence region with a geometrical object, such as a smooth manifold. In the last years we have developed 1-dimensional sampling methods based upon the Line Of Variation (LOV), a differentiable curve, which can represent, in some cases, the spine of the confidence region. The LOV is sampled uniformly, thus it is possible to interpolate between consecutive VAs. This is the basis for the current algorithms of impact monitoring, used by the automatic systems CLOMON2, that I contributed to develop in the first decade of 2000s. The LOV method is also used in orbit determination for recovery of lost asteroids and for identification of independent discoveries of the same object.

In the last years (2015-2017) we concentrated on short-arc orbit determination, that is crucial when an asteroid is first discovered. It often happens that in these cases the observations are too few to compute an orbit. We have developed an initial orbit computation method, based on the systematic ranging, which also makes use of the theory of the Admissible Region. We obtained a fully rigorous computation of the probability for the asteroid to impact the Earth within few days from the discovery, without any a priori assumption.

For more information, see publications [1], [2], [3], [4], [5], [6], [8], [9], [38]

- **Orbit Determination of Space Debris**

In the early phase of my Post-Doc period I worked in the field of orbit determination of space debris, developing new OD techniques for the correlation problem.

The near-Earth space, filled by more than 300000 artificial debris particles with diameter larger than 1 cm, can be divided into three main regions: the Low Earth Orbit (LEO), below about 2000 km, the Medium Earth Orbit (MEO), above 2000 km and below 36000 km, and the Geosynchronous Earth Orbit (GEO) at about 36000 km of altitude. Currently the orbits of more than 12000 objects larger than about 10 cm are listed in the so called Two Line Elements (TLE) catalogue. To produce and maintain such a catalogue a large number of optical and radar observations are routinely performed by the United States Space Surveillance Network. Nowadays also Europe has launched its Space Situational Awareness (SSA) initiative aimed to increase the knowledge of the circumterrestrial environment. In this context the availability of efficient methods and algorithms for accurate orbit determination is extremely important. Given two or more sets of observations, the main problem is how to identify which separate sets of data belong to the same physical object (the so-called correlation problem). Thus the OD problem needs to be solved in two

stages: first different sets of observations need to be correlated, then an orbit can be determined

For more information, see publications [7], [10], [11], [13], [16]

- **Dynamics of transneptunian objects**

The dynamical structure of the transneptunian region is still far from being fully understood, especially concerning high-perihelion objects and the link toward the Oort Cloud. For these objects, the orbital perturbations are very weak, both from inside (the planets) and from outside (passing stars and galactic tides). Before thinking of exotic theories, an exhaustive survey has to be conducted on the different mechanisms that could produce such trajectories involving only what we take for granted about the Solar System dynamics, that is the orbital perturbations by the known planets and/or by galactic tides. In the first paper of a series of three two semi-analytical one-degree-of-freedom secular models has been presented for the motion of small bodies beyond Neptune. A special attention has been given to trajectories entirely exterior to the planetary orbits. In the second paper we used a secular representation to describe the long-term dynamics of transneptunian objects in mean-motion resonance with Neptune. The parameter space was systematically explored, showing that the secular trajectories depend little on the resonance order. In the third paper we use a secular model to describe the non-resonant dynamics of trans-Neptunian objects in the presence of an external ten-Earth-mass perturber. The secular dynamics resulted analogous to an ?eccentric Kozai mechanism? but with both an inner component (the four giant planets) and an outer one (the eccentric distant perturber). By the means of Poincaré sections, the cases of a non-inclined or inclined outer planet were successively studied, making the connection with previous works.

For more information, see publications [26], [30], [34]

- **Reentry of space assets**

Reentry trajectories to the Earth have been recently considered as a valuable end-of-life option also for Libration Point Orbits (LPO) missions. In a series of two papers, we investigated in detail the case corresponding to SOHO. On the one hand, we showed how the main uncertainties associated with the problem affect the probability of reentry and the corresponding point at the interface with the atmosphere. Monte Carlo propagations were applied to different cases of uncertainties. They correspond to the orbit determination, the efficiency of the maneuver required to target the Earth, and the characteristics of the spacecraft determining the solar radiation pressure effect. On the other hand, we provided a comparison between a classical reentry from a LEO and a hypervelocity reentry from a LPO, in terms of ground casualty area and demise percentage.

For more information, see publications [31], [37]

Il sottoscritto dichiara che tutto quanto contenuto in questo curriculum vitae corrisponde a verità ai sensi delle norme in materia di dichiarazioni sostitutive di cui agli artt. 46 e seguenti del D.P.R. 445/2000.

29 Dicembre 2017

Firma

*Giacomo Tolmari*