

## Percorso Autonomo Autorizzato

Title (Titolo)	<b>Mathematical and physical modelling for biomedicine (Modellistica matematico-fisica per la biomedicina)</b>
Chief (Referente responsabile)	(DMAT, PoliMi): prof. Davide Ambrosi
Supporting Coordinators (Altri referenti)	(DMAT, PoliMi): prof. Maurizio Vianello, prof. Pasquale Ciarletta, prof. Paolo Zunino (DFIS, PoliMi): prof. Paolo Biscari
Scientific collaborations and partnerships (Collaborazioni scientifiche nazionali ed internazionali)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (École Polytechnique, Paris): prof. Lev Truskinovsky</li> <li>• (Universita' Roma III): prof. Luciano Teresi</li> <li>• (Dip. Matematica, PoliTo): prof. Luigi Preziosi</li> <li>• (EPFL, Losanna): prof. Alfio Quarteroni, prof. Fabio Nobile</li> <li>• (University of Oxford, UK): prof. Helen Byrne, prof. Alain Goriely</li> <li>• (University College of London, UK): dr. Rebecca Shipley</li> <li>• (Yale University, US): prof. Jay Humphrey</li> </ul>
Descrizione ed obiettivi	<p>Questo percorso di Laurea Magistrale in Ingegneria Matematica si colloca nell'ambito del <i>Major</i> in "Scienze Computazionali per l'Ingegneria" e fornisce allo studente la possibilità di approfondire lo studio dei modelli fisico-matematici che descrivono il comportamento dei sistemi biologici a scala cellulare, a scala di tessuto e di organo.</p> <p>In ingegneria i modelli matematici sono uno strumento per l'analisi teorica dei risultati sperimentali e la predizione di nuovi comportamenti. In anni recenti, la matematica, con l'ausilio del calcolatore, si è rivelata uno strumento efficace anche per applicazioni alla biologia e, in prospettiva, alla medicina. La "Modellistica matematico-fisica per la Biomedicina" pone l'enfasi sulla deduzione ed analisi qualitativa dei modelli da applicare agli specifici problemi. La cornice teorica naturale è quella della meccanica dei continui: partendo dall'evidenza sperimentale e da principi di conservazione e dissipazione, si derivano in modo preciso modelli che tentano di spiegare i fenomeni osservati e possibilmente fornirne una predizione quantitativa.</p> <p>Le applicazioni sviluppate in questo percorso formativo includono la crescita e il rimodellamento dei tessuti biologici, la propagazione del segnale elettrico nei muscoli, il flusso sanguigno nei grandi vasi e la microcircolazione, la meccanica cardiaca, la meccanobiologia cellulare e i metodi per l'inversione di dati da immagini biomediche.</p>
Description and goals	<p>This track of MSc in Mathematical Engineering develops inside the framework <i>Major</i> in "Computational Sciences for Engineering" and provides the students with the basis of the mathematical and physicals model that describe the behaviour of biological systems at the cell scale, tissue and organ scale.</p> <p>Mathematical models in engineering are a tool to theoretically analyse the experimental results, predict new dynamics and support the design of devices. In recent years mathematics, with the support of computing, has demonstrated to be an effective tool also for engineering applications in biology and medicine The track in "Mathematical and physical modelling for biomedicine" is in particular devoted to the methodological issues in deducing and analyse qualitatively the mathematical models. The natural theoretical framework is continuum mechanics: on the basis of experimental evidence, exploiting balance laws and conservation and dissipation principles, mathematical models are derived in a rational way, with the aim to explain the observed phenomena, provide a quantitative prediction and possibly support the design of medical devices.</p> <p>Specific examples of mechanobiological systems that are studied in the course of this track comprise the growth and modelling of soft biological tissues, the</p>

	propagation of electrical signals in muscles, the blood flow in large and small vessels, the cardiac mechanics, cell mechanobiology and methods for imaging data inversion. Engineering and biomedical applications encompass the design of valves, stents and scaffolds, optimization of drug delivery and therapies, biomedical imaging analyses.
<b>Study Plan</b>	Beyond the courses that are mandatory for the Major in “ <i>Computational Sciences</i> ”, this track is characterized by the following courses: 1) 097725 – <i>Mathematical and physical modelling in engineering</i> (10 CFU) 2) 088928 – <i>Biomathematical modelling</i> (8 CFU) 3) 098444 – <i>Tecnologie per la medicina rigenerativa</i> (10 CFU) 4) 096253 – <i>Fenomeni di trasporto nei sistemi biologici</i> (10 CFU) 5) optional choice between 073588 – <i>Laboratorio di elaborazione di immagini</i> (5 CFU), 095976 – <i>Advanced programming for scientific computing</i> (8 CFU) and 097660 – <i>Methods and models for statistical mechanics</i> (8 CFU)
<b>Piano di studi</b>	Il Piano di Studi proposto si realizza con la scelta dei seguenti corsi, oltre a quelli obbligatori del Major di “ <i>Scienze computazionali</i> ”: 6) 097725 – <i>Mathematical and physical modeling in engineering</i> (10 CFU, da selezionare nella Tab. MOX) 7) 097661 – <i>Biomathematical modeling</i> (8 CFU, da selezionare nella Tab. MTM) 8) 098444 – <i>Tecnologie per la medicina rigenerativa</i> (10 CFU, autonomo) 9) 096253 – <i>Fenomeni di trasporto nei sistemi biologici</i> (10 CFU, autonomo) 10) un corso a scelta tra 073588 – <i>Laboratorio di elaborazione di immagini</i> (5 CFU), 095976 – <i>Advanced programming for scientific computing</i> (8 CFU) oppure 097660 – <i>Methods and models for statistical mechanics</i> (8 CFU)
<b>Past MSc theses</b> (Alcune Tesi discusse)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• S. Scotton (Ing. Mtm.), <i>Modelli bifase a rilascio controllato di farmaco</i>, 2012</li> <li>• M.C. Colombo (Ing. Mtm.) <i>A mathematical model to predict Glioblastoma invasion: use of patient-specific diffusion tensor imaging data in simulation</i>, 2014</li> <li>• N. Colombo (Ing. Mtm.), <i>Numerical Modelling of Ventricular Mechanics: Role of the Myofibre Architecture</i>, 2014</li> <li>• M. Vassallo (Ing. Mtm.) <i>Unstable dynamics of polar bacteria near surfaces</i>, 2014</li> <li>• V. Sicuro (Ing. Bio.) <i>Accoppiamento tra sforzo meccanico e crescita in uno sferoide tumorale</i></li> </ul>
<b>Available subjects for a MSc thesis</b> (Tesi disponibili)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Cell migration: the inner mechanism of cell motility</i></li> <li>• <i>Stress state and mechanobiological feedback in glioblastoma invasion</i></li> <li>• <i>The role of fibres in cardiac torsion: optimal orientation to maximize the power stroke</i></li> <li>• <i>The stress produced by a migrating cell on the matrix: the inverse problem</i></li> <li>• <i>The generation of shape and in living organisms as produced by growth and instability</i></li> </ul>
<b>Job opportunities</b>	Research and Development in the companies that design and produce new technological tools in biomedical engineering.
<b>Sbocchi lavorativi</b>	Settore R&S di aziende che progettano e sviluppano prodotti tecnologicamente avanzati in campo biomedico.