

# Laurea Magistrale in Ingegneria delle Nanotecnologie

Classe LM 53 Scienza e Ingegneria dei Materiali

*I anno di corso: A.A. 2018-19*

*II anno di corso: A.A. 2019-20*

La Laurea Magistrale in Ingegneria delle Nanotecnologie, valida anche per il conseguimento del doppio titolo con la Universidad Central de Venezuela, offre due percorsi, di analogo contenuto formativo, che si distinguono essenzialmente per la lingua di erogazione:

- **percorso A:** con insegnamenti in prevalenza in lingua italiana
- **percorso B:** con tutti gli insegnamenti in lingua inglese, dedicato agli studenti internazionali

Per entrambi i percorsi formativi la Laurea Magistrale in Ingegneria delle Nanotecnologie prevede:

- I) 8 insegnamenti (per un totale di 72 CFU) obbligatori - tabella A.I o B.I - tipologia attività B e C
- II) 1 insegnamento (6 CFU) a scelta in un gruppo opzionale – tabella A.II o B.II - tipologia attività C
- III) 2 insegnamenti (per un totale di 12 CFU) a scelta in un blocco di completamento – tabelle A.III o B.III – t.a. C

Il percorso formativo di complessivi 120 CFU è quindi completato da:

- IV) Insegnamenti a scelta libera dell'allievo (12 CFU) – tipologia attività D
- V) Prova finale (17 CFU) – tipologia attività E
- VI) Altre attività utili all'inserimento nel mondo del lavoro (1 CFU) – tipologia attività F

Alcuni insegnamenti sono organizzati per ragioni di omogeneità culturale e formativa in Unità Didattiche Integrate (UDI). Ogni UDI corrisponde ad un solo esame verbalizzato.

Le attività di cui al punto VI) sono approvate in anticipo dal Consiglio d'Area e certificate o dal Presidente o dai docenti di riferimento indicati dal Consiglio stesso.

Per la compilazione del piano di studi individuale si consiglia di seguire le linee-guida riportate nel seguito. Allo scopo di garantire la massima flessibilità formativa, l'allievo ha comunque la possibilità di presentare un piano di studi individuale senza seguire le linee guida; in questa eventualità dovrà chiaramente specificare le motivazioni culturali della sua scelta, che sarà attentamente vagliata dal Consiglio d'Area.

In ogni caso il piano di studi dovrà rispettare tutti i vincoli previsti dall'ordinamento vigente per questa laurea magistrale, cui l'allievo dovrà fare attento riferimento per la compilazione del piano di studi individuale.

-----

Legenda per le tabelle A.I, B.I, A.II, B.II, A.III, B.III

- *Tipo (Tipo di insegnamento):* CR (corso regolare); CL (corso di laboratorio).
- *Val (Valutazione):* E (esame finale con voto in trentesimi); V (giudizio finale mediante idoneità).
- *TAF (Tipologia Attività Formativa):* B (caratterizzante); C (affine ed integrativa); D (a scelta dello studente); E (prova finale); F (altre attività formative).

# Master of Science in Nanotechnology Engineering

## Class LM 53 Materials Science and Engineering

*I Year: A.Y. 2018/2019*

*II Year: A.Y. 2019/2020*

The Master of Science in Nanotechnology Engineering offers the opportunity to earn a double degree from Sapienza University of Rome and from the Universidad Central de Venezuela and is organized into two alternative strands:

- **strand A:** with most of the courses taught in Italian
- **strand B:** for foreign students, with all the courses taught in English

Both strands include:

- I) 8 mandatory courses (72 CFU in total) to be selected among the ones listed in tables A.I or B.I
- II) 1 course (6 CFU) to be selected among the ones listed in tables A.II or B.II
- III) 2 completion courses (12 CFU in total) to be selected among the ones listed in tables A.III or B.III

The study plan must be completed (120 CFU in total) with:

- IV) 2 free-choice courses (12 CFU in total) – code D
- V) Thesis defense (corresponding to 17 CFU) – code E
- VI) Other activities, aimed to prepare students for careers after graduation (1 CFU) – code F

Some related courses are joined together in an UDI (see below for details).

With reference to point VI), the eligible activities must be approved by the Area Council and certified by the President of Area Council or by delegated professors.

In order to guarantee the maximum flexibility, an individual study plan can be presented for approval. The individual study plan should be prepared according to the guide reported in the following. The students presenting an individual study plan that is not compliant with the indications reported in the guide are required to integrate it with a motivation letter in order to justify the personal choices. The Area Council reserves the right to approve or reject the plan. At any rate, the individual study plan must be compliant with the above set of rules, from point I) to VI).

-----  
**Abbreviations**

CFU: Credito Formativo Universitario – University study credits (see ECTS credits)

UDI: Unità Didattica Integrata – course composed by two or more single courses, with a unique global average grade.

Legend for tables A.I, B.I, A.II, B.II, A.III, B.III

- *Tipo (course category):* CR (standard course); CL (laboratory course).
- *Val (type of evaluation):* E (final exam with grading out of 30); V (pass-fail grade).

*TAF (Type of Educational Activity):* B (core educational activity); C (educational activity in elective/similar or supplementary disciplines); D (free-choice); E (thesis defense); F (other educational activities).

## PERCORSO A

**Tabella A.I – Insegnamenti obbligatori per il percorso A**

	Insegnamenti	CFU	sem	SSD	Lingua	Tipo	Val	TAF
1	Chimica superiore per nanotecnologie	9	I	CHIM/07	ITA	CR	E	B
2	<i>Struttura della materia con elementi di meccanica quantistica e simulazioni atomistiche (UDI: 12 CFU)</i>							
	Struttura della materia con elementi di meccanica quantistica	6	I	FIS/03	ITA	CR	E	B
	Simulazioni atomistiche	6	II	FIS/01	ITA	CR	E	B
3	<i>Ingegneria delle superfici e dei film sottili e materiali nanostrutturati (UDI:12 CFU)</i>							
	Materiali nanostrutturati	6	I	ING-IND/22	ITA	CR	E	B
	Ingegneria delle superfici e dei film sottili	6	II	ING-IND/22	ITA	CR	E	B
4	Fabbricazione e caratterizzazione di nanostrutture	6	II	FIS/03	ITA	CR	E	B
5	Microscopie e tecniche di nanocaratterizzazione	9	II	FIS/01	ITA	CR	E	B
6	Micro-nanofluidica	6	III	ING-IND/06	ITA	CR	E	C
7	Micro-nano devices and materials for electrical-electromagnetic applications	6	III	ING-IND/31	ENG	CR	E	C
8	<i>Componenti nanoelettronici e microelettromeccanici integrati (UDI: 12 CFU)</i>							
	Componenti Elettronici Integrati	6	III	ING-INF/01	ITA	CR	E	C
	Microelectromechanical systems	6	IV	ING-INF/01	ENG	CR	E	C

**Tabella A.II – Insegnamento a scelta per il percorso A**

	Insegnamenti	CFU	sem	SSD	Lingua	Tipo	Val	TAF
1 su 2	Dinamica di sistemi micromeccanici	6	III	ING-IND/13	ITA	CR	E	C
	Processi industriali per la produzione di micro e nano particelle	6	III	ING-IND/25	ITA	CR	E	C

**Tabella A.III – Blocco di completamento per il percorso A**

Insegnamenti	CFU	sem	SSD	Lingua	Tipo	Val	TAF
Sensors and electrical/electromagnetic characterization laboratory	6	IV	ING-IND/31	ENG	CR	E	C
<i>Sintesi e caratterizzazione di bio- nano-materiali (UDI: 6 CFU)</i>							
Applicazioni innovative di bio- nano-materiali e loro modellazione	3	IV	ING-IND/26	ITA	CR	E	C
Laboratorio di sintesi e caratterizzazione di bio- nano-materiali	3	IV	ING-IND/26	ITA	CL	E	C
<i>Laboratory of micro-nano devices and materials for electrical-electromagnetic applications and Electro-rheology (UDI: 6 CFU)</i>							
Laboratory of micro-nano devices and materials for electrical-electromagnetic applications	3	III	ING-IND/31	ENG	CR	E	C
Electro-rheology Laboratory	3	III	ING-IND/31	ENG	CR	E	C

<i>Laboratories of Atomistic and Micro-Nano- Fluidics Simulations (UDI: 6 CFU)</i>							
Atomistic Simulations Laboratory	3	IV	FIS/01		CR	E	C
Micro-Nano Fluidic Simulations Laboratory	3	IV	ING-IND/06	ENG	CR	E	C
<i>Nanoelectronics Laboratory (UDI: 6 CFU)</i>							
Nanoelectronics device characterization	3	IV	ING-INF/01	ENG	CR	E	C
Nanoelectronics Laboratory	3	IV	ING-INF/01	ENG	CR	E	C
Biophotonics Laboratory	6	III	FIS/01	ENG	CR	E	C
Processi industriali per la produzione di micro e nano particelle	6	III	ING-IND/25	ITA	CR	E	C
Transport Phenomena in Microsystems and Micro-Nano Reactive Devices	6	IV	ING-IND/24	ENG	CR	E	C
Artificial materials, metamaterials and plasmonics for electromagnetic applications	6	III	ING-INF/02	ENG	CR	E	C
Dinamica di sistemi micromeccanici	6	III	ING-IND/13	ITA	CR	E	C
Dispositivi Nanoelettronici e Sensori Innovativi	6	III	ING-INF/01	ITA	CR	E	C
Tecnologie e Processi per l'elettronica	6	III	ING-INF/01	ITA	CR	E	C
Optoelectronics	6	III	ING-INF/01	ENG	CR	E	C
Microsistemi fotonici	6	IV	ING-INF/01	ITA	CR	E	C
Optics	6	II	FIS/01	ENG	CR	E	C
LASER Fundamentals	6	IV	FIS/01	ENG	CR	E	C
Macromolecular Structures	6	I	BIO/10	ENG	CR	E	C
Principles of Biochemical Engineering	6	II	ING-IND/24	ENG	CR	E	C
Electromagnetic Fields and Nanosystems for Biomedical Applications	6	III	ING-INF/02	ENG	CR	E	C
<i>Produzione e caratterizzazione di materiali nanocompositi (UDI: 6 CFU)</i>							
Produzione e caratterizzazione di materiali nanocompositi - materiali massivi	3	IV	ING-IND/22	ITA	CR	E	C*
Produzione e caratterizzazione di materiali nanocompositi - rivestimenti	3	IV	ING-IND/22	ITA	CR	E	C*
<i>Tecnologie di produzione di micro/nano particelle e caratterizzazione di materiali nanostrutturati (UDI: 6 CFU)</i>							
Laboratorio di Tecnologie di Produzione di Micro/Nano Particelle	3	IV	ING-IND/25	ITA	CR	E	C*
Laboratorio di caratterizzazione di materiali nanostrutturati, nanocompositi e film sottili	3	IV	ING-IND/22	ITA	CR	E	C*

*\*per ragioni tecnico-informatiche l'inserimento di questi esami richiede da parte dello studente la scelta di compilazione di un piano formativo individuale.*

## **Linee guida per la compilazione del piano di studi individuale - PERCORSO A**

Il Piano di Studi individuale dovrà essere compilato dallo studente entro **il termine stabilito dalla segreteria didattica**. Lo studente ha comunque l'obbligo di presentarlo prima di sostenere un eventuale esame non obbligatorio. Lo studente può **inderogabilmente** presentare un solo Piano di Studi per Anno Accademico.

Il Piano di Studi, oltre ai 9 esami obbligatoriamente selezionati per complessivi 78 CFU dalle tabelle A.I e A.II, va completato indicando un numero di esami a scelta per un totale di 24 crediti formativi universitari (CFU). In particolare:

- **possono** essere inseriti liberamente corsi impartiti nell'Ateneo per un totale **massimo** di 12 CFU;
- **devono** essere inseriti un numero di corsi, tra quelli presenti nelle liste L1 e L2, per un totale **minimo** di 12 CFU.

Ai fini del completamento del proprio curriculum coerente con gli obiettivi formativi del Corso di Laurea, il Consiglio D'Area di Ingegneria delle Nanotecnologie **consiglia** di scegliere gli esami di completamento all'interno dei percorsi tematici suggeriti (P1, P2, P3, P4, P5, P6).

Con l'obiettivo di completare la formazione culturale e tecnologica dell'allievo il Consiglio D'Area di Ingegneria delle Nanotecnologie **suggerisce inoltre** di:

- scegliere almeno 2 corsi (per un minimo di 12 CFU) appartenenti al medesimo percorso tematico (P1, P2, P3, P4, P5, P6) dalle liste L1 e L2.
- verificare che siano presenti nel piano di studio almeno 2 corsi di carattere applicativo/sperimentale (per un minimo di 12 CFU) tra quelli elencati nella lista L1.

Alcuni corsi, per via dei contenuti rientrano in più di un percorso di completamento.

Nel caso l'allievo intenda scegliere tra gli esami a scelta libera insegnamenti erogati in altri corsi di laurea per 12 CFU, si suggerisce di contattare preliminarmente i docenti dei corsi interessati, per verificare il possesso dei prerequisiti necessari, verificare anno e semestre di erogazione e l'assenza di sostanziali sovrapposizioni di programma con altri corsi già inseriti nel proprio Piano di Studio.

### **Percorsi di completamento**

#### **P1: Produzione e caratterizzazione**

- o Produzione e caratterizzazione di materiali nanocompositi (UDI)
- o Tecnologie di produzione di micro/nano particelle e caratterizzazione di materiali nanostrutturati (UDI)
- o Sintesi e caratterizzazione di bio- nano-materiali (UDI)
- o Sensors and electrical/electromagnetic characterization laboratory
- o Laboratory of micro-nano devices and materials for electrical-electromagnetic applications and Electro-rheology (UDI)
- o Processi industriali per la produzione di micro e nano particelle
- o Tecnologie e Processi per l'elettronica

#### **P2: Modellistica**

- o Laboratories of Atomistic and Micro-Nano- Fluidics Simulations (UDI)
- o Transport Phenomena in Microsystems and Micro-Nano Reactive Devices
- o Dinamica di sistemi micromeccanici
- o Artificial materials, metamaterials and plasmonics for electromagnetic applications

#### **P3: Progettazione di micro/nanodispositivi**

- o Sensors and electrical/electromagnetic characterization laboratory
- o Laboratory of micro-nano devices and materials for electrical-electromagnetic applications and Electro-rheology (UDI)
- o Dinamica di sistemi micromeccanici
- o Microsistemi fotonici

#### **P4: Elettronica**

- o Nanoelectronics Laboratory (UDI)
- o Dispositivi Nanoelettronici e Sensori Innovativi
- o Tecnologie e Processi per l'elettronica
- o Optoelectronics
- o Microsistemi fotonici
- o Electromagnetic Fields and Nanosystems for Biomedical Applications

### P5: Ottica

- Biophotonics Laboratory
- Artificial materials, metamaterials and plasmonics for electromagnetic applications
- Optoelectronics
- Optics
- LASER Fundamentals

### P6: Biotecnologie

- Laboratories of Atomistic and Micro-Nano- Fluidics Simulations (UDI)
- Biophotonics Laboratory
- Macromolecular Structures
- Principles of Biochemical Engineering
- Electromagnetic Fields and Nanosystems for Biomedical Applications
- Sintesi e caratterizzazione di bio- nano-materiali (UDI)

CORSI DI CARATTERE APPLICATIVO/SPERIMENTALE (Lista L1)					
Insegnamento		CFU	SSD	Lingua	Percorso
UDI (6 CFU): Produzione e caratterizzazione di materiali nanocompositi	Produzione e caratterizzazione di materiali nanocompositi - materiali massivi	3	ING-IND/22	ITA	P1
	Produzione e caratterizzazione di materiali nanocompositi - rivestimenti	3	ING-IND/22		
UDI (6 CFU): Tecnologie di produzione di micro/nano particelle e caratterizzazione di materiali nanostrutturati	Laboratorio di Tecnologie di Produzione di Micro/Nano Particelle	3	ING-IND/25	ITA	P1
	Laboratorio di caratterizzazione di materiali nanostrutturati, nanocompositi e film sottili	3	ING-IND/22		
UDI (6 CFU): Sintesi e caratterizzazione di bio- nano-materiali	Applicazioni innovative di bio- nano-materiali e loro modellazione	3	ING-IND/26	ITA	P1, P6
	Laboratorio di sintesi e caratterizzazione di bio- nano-materiali	3	ING-IND/26		
Sensors and electrical/electromagnetic characterization laboratory		6	ING-IND/31	ENG	P1, P3
UDI (6 CFU): Laboratory of micro-nano devices and materials for electrical-electromagnetic applications and Electro-rheology	Laboratory of micro-nano devices and materials for electrical-electromagnetic applications	3	ING-IND/31	ENG	P1, P3
	Electro-rheology	3	ING-IND/31		
UDI (6 CFU): Laboratories of Atomistic and Micro-Nano-Fluidics Simulations	Atomistic Simulations Laboratory	3	FIS/01	ENG	P2, P6
	Micro-Nano Fluidic Simulations Laboratory	3	ING-IND/06		
UDI (6 CFU): Nanoelectronics Laboratory	Nanoelectronics device characterization	3	ING-INF/01	ENG	P4
	Nanoelectronics Laboratory	3			
Biophotonics Laboratory		6	FIS/01	ENG	P5, P6
CORSI DI INDIRIZZO (Lista L2)					
Insegnamento		CFU	SSD	Lingua	Percorso
Processi industriali per la produzione di micro e nano particelle		6	ING-IND/25	ITA	P1
Transport Phenomena in Microsystems and Micro-Nano Reactive Devices		6	ING-IND/24	ENG	P2
Artificial materials, metamaterials and plasmonics for electromagnetic applications		6	ING-INF/02	ENG	P2, P5
Dinamica di sistemi micromeccanici		6	ING-IND/13	ITA	P2, P3
Dispositivi Nanoelettronici e Sensori Innovativi		6	ING-INF/01	ITA	P4
Tecnologie e Processi per l'elettronica		6	ING-INF/01	ITA	P4, P1
Optoelectronics		6	ING-INF/01	ENG	P4, P5
Microsistemi fotonici		6	ING-INF/01	ITA	P3, P4
Optics		6	FIS/01	ENG	P5
LASER Fundamentals		6	FIS/01	ENG	P5
Macromolecular Structures		6	BIO/10	ENG	P6
Principles of Biochemical Engineering		6	ING-IND/24	ENG	P6
Electromagnetic Fields and Nanosystems for Biomedical Applications		6	ING-INF/02	ENG	P4, P6

## STRAND B (International students)

**Tabella B.I – Mandatory courses for strand B**

	Courses	CFU	sem	SSD	Lang.	Tipo	Val	TAF
1	Chemistry for Nanotechnology	9	I	Chim/07	ENG	CR	E	B
2	<i>Modern Physics for Nanotechnology (UDI: 9 CFU)</i>							
	Elements of quantum mechanics	6	I	FIS/01	ENG	CR	E	B
	Elements of condensed matter physics	3	I	FIS/03	ENG	CR	E	B
3	<i>Surface Engineering and Nanostructured Materials (UDI: 12 CFU)</i>							
	Nanostructured materials	6	I	ING-IND/22	ENG	CR	E	B
	Surface Engineering	6	II	ING-IND/22	ENG	CR	E	B
4	Continuum Mechanics	6	I	ICAR/08	ENG	CR	E	B
5	<i>Electron microscopies and related techniques (UDI: 9 CFU)</i>							
	Electron microscopies	6	II	FIS/01	ENG	CR	E	B
	Scanning probe microscopy	3	II	FIS/01	ENG	CR	E	B
6	Micro-nanofluidics	6	II	ING-IND/06	ENG	CR	E	C
7	<i>Micro-nano devices and materials for electrical electromagnetic applications and fundaments (UDI: 9 CFU)</i>							
	Fundamentals of micro-nano devices and materials for electrical electromagnetic applications	3	II	ING-IND/31	ENG	CR	E	C
	Micro-nano devices and materials for electrical-electromagnetic applications	6	III	ING-IND/31	ENG	CR	E	C
8	<i>Nanoelectronic and microelectromechanical integrated devices (UDI: 12 CFU)</i>							
	Semiconductor Devices	6	III	ING-INF/01	ENG	CR	E	C
	Microelectromechanical systems	6	IV	ING-INF/01	ENG	CR	E	C

**Tabella B.II – Course to be chosen for strand B (International students)**

	Courses	CFU	sem	SSD	Lang.	Tipo	Val	TAF
<b>1 on 3</b>	Dynamics of micromechanical systems	6	III	ING-IND/13	ENG	CR	E	C
	Artificial materials, metamaterials and plasmonics for electromagnetic applications	6		ING-INF/02	ENG	CR	E	C
	Optoelectronics	6		ING-INF-01	ENG	CR	E	C

**Tabella B.III – Completion courses for strand B (International students)**

Courses	CFU	sem	SSD	Lingua	Tipo	Val	TAF
Sensors and electrical/electromagnetic characterization laboratory	6	IV	ING-IND/31	ENG	CR	E	C
<i>Laboratory of micro-nano devices and materials for electrical-electromagnetic applications and Electro-rheology (UDI: 6 CFU)</i>							
Laboratory of micro-nano devices and materials for electrical-electromagnetic applications	3	III	ING-IND/31	ENG	CR	E	C
Electro-rheology Laboratory	3	III	ING-IND/31	ENG	CR	E	C
<i>Laboratories of Atomistic and Micro-Nano- Fluidics Simulations (UDI: 6 CFU)</i>							
Atomistic Simulations Laboratory	3	IV	FIS/01	ENG	CR	E	C
Micro-Nano Fluidic Simulations Laboratory	3	IV	ING-IND/06	ENG	CR	E	C
<i>Nanoelectronics Laboratory (UDI: 6 CFU)</i>							
Nanoelectronics device characterization	3	IV	ING-INF/01	ENG	CR	E	C
Nanoelectronics Laboratory	3	IV	ING-INF/01	ENG	CR	E	C
Biophotonics Laboratory	6	III	FIS/01	ENG	CR	E	C
Transport Phenomena in Microsystems and Micro-Nano Reactive Devices	6	IV	ING-IND/24	ENG	CR	E	C
Artificial materials, metamaterials and plasmonics for electromagnetic applications	6	III	ING-INF/02	ENG	CR	E	C
Dynamics of MicroMechanical Systems	6	III	ING-IND/13	ENG	CR	E	C
Optoelectronics	6	III	ING-INF/01	ENG	CR	E	C
Optics	6	II	FIS/01	ENG	CR	E	C
LASER Fundamentals	6	IV	FIS/01	ENG	CR	E	C
Macromolecular Structures	6	I	BIO/10	ENG	CR	E	C
Principles of Biochemical Engineering	6	II	ING-IND/24	ENG	CR	E	C
Electromagnetic Fields and Nanosystems for Biomedical Applications	6	III	ING-INF/02	ENG	CR	E	C
<i>Molecular Dynamics and Atomistic Simulations (UDI: 6 CFU)</i>							
Statistical mechanics and Monte Carlo techniques	3	III	FIS/01	ENG	CR	E	C
Classical molecular dynamics	3	III	FIS/01	ENG	CR	E	C

## **Guide to the compilation of the individual study plan – STRAND B (international students)**

The student must present the Individual Study Plan by the deadline set by the teaching secretariat. Furthermore, the student is required to present it before sitting any non-mandatory exam. Students can only submit a single Study Plan per Academic Year. The study plan should include the mandatory 9 exams (78 CFU) reported in the Table B.I and B.II.

The study plan must be completed by indicating a number of courses chosen for a total of 24 credits (CFU). In particular:

- the student can include any courses given in the University for a maximum of 12 credits;
- the student must include a number of courses, among those in the lists L1 and L2, for a minimum amount of 12 credits.

To complete a curriculum coherent with the educational objectives of the Degree Course, the Nanotechnology Engineering Area Council recommends choosing the above courses within the suggested thematic groups (G1, G2, G3). With the aim to complete the student's cultural and technological education, the Nanotechnology Engineering Area Council also suggests:

- to choose at least 2 courses (for a minimum of 12 credits) belonging to the same Thematic Groups (G1, G2, G3) from L1 and L2 lists.

- verify that at least 2 applicative/experimental courses (for a minimum of 12 credits) are included in the study plan among those listed in the L1 list.

Some courses, due to their contents, fall into more than one thematic group.

If the student wants to choose, for 12 credits, among the free-choice exams courses provided in other degree courses, it is suggested to first contact the teachers of the courses, in order to verify to have the necessary prerequisites, verify the year and semester of course delivery and the absence of substantial program overlaps with other courses already included in his/her study plan.

### **Thematic groups**

#### **G1: Modelling and Design**

- o Sensors and electrical/electromagnetic characterization laboratory
- o Laboratory of micro-nano devices and materials for electrical-electromagnetic applications and Electro-rheology (UDI)
- o Laboratories of Atomistic and Micro-Nano- Fluidics Simulations (UDI)
- o Transport Phenomena in Microsystems and Micro-Nano Reactive Devices
- o Dynamics of MicroMechanical Systems
- o Artificial materials, metamaterials and plasmonics for electromagnetic applications
- o Molecular Dynamics and Atomistic Simulations (UDI)
- o Micro-nano particles technology and biotechnology

#### **G2: Optics and Electronics**

- o Nanoelectronics Laboratory (UDI)
- o Biophotonics Laboratory
- o Artificial materials, metamaterials and plasmonics for electromagnetic applications
- o Optoelectronics
- o Optics
- o LASER Fundamentals
- o Molecular Dynamics and Atomistic Simulations (UDI)

#### **G3: Biotechnology**

- o Laboratories of Atomistic and Micro-Nano-Fluidics Simulations
- o Biophotonics Laboratory
- o Macromolecular Structures
- o Principles of Biochemical Engineering
- o Micro-nano particles technology and biotechnology
- o Electromagnetic Fields and Nanosystems for Biomedical Applications
- o Molecular Dynamics and Atomistic Simulations (UDI)

<b>APPLICATIVE/EXPERIMENTAL COURSES (L1 List)</b>					
<b>Subject</b>	<b>CFU</b>	<b>SSD</b>	<b>Language</b>	<b>Group</b>	
Sensors and electrical/electromagnetic characterization laboratory	6	ING-IND/31	ENG	<b>G1</b>	
<i>UDI (6 CFU): Laboratory of micro-nano devices and materials for electrical-electromagnetic applications and Electro-rheology</i>	Laboratory of micro-nano devices and materials for electrical-electromagnetic applications	3	ING-IND/31	ENG	<b>G1</b>
	Electro-rheology Laboratory	3	ING-IND/31		
<i>UDI (6 CFU): Laboratories of Atomistic and Micro-Nano-Fluidics Simulations</i>	Atomistic Simulations Laboratory	3	FIS/01	ENG	<b>G1, G3</b>
	Micro/Nano Fluidic Simulations Laboratory	3	ING-IND/06		
<i>UDI (6 CFU): Nanoelectronics Laboratory</i>	Nanoelectronics device characterization	3	ING-INF/01	ENG	<b>G2</b>
	Nanoelectronics Laboratory	3			
Biophotonics Laboratory	6	FIS/01	ENG	<b>G2, G3</b>	
<b>COURSES (L2 List)</b>					
<b>Subject</b>	<b>CFU</b>	<b>SSD</b>	<b>Language</b>	<b>Group</b>	
Transport Phenomena in Microsystems and Micro-Nano Reactive Devices	6	ING-IND/24	ENG	<b>G1</b>	
Dynamics of MicroMechanical Systems	6	ING-IND/13	ENG	<b>G1</b>	
Artificial materials, metamaterials and plasmonics for electromagnetic applications	6	ING-INF/02	ENG	<b>G1, G2</b>	
Optoelectronics	6	ING-INF/01	ENG	<b>G2</b>	
Optics	6	FIS/01	ENG	<b>G2</b>	
LASER Fundamentals	6	FIS/01	ENG	<b>G2</b>	
Macromolecular Structures	6	BIO/10	ENG	<b>G3</b>	
Principles of Biochemical Engineering	6	ING-IND/24	ENG	<b>G3</b>	
Micro-nano particles technology and biotechnology	6	ING-IND/25	ENG	<b>G1, G3</b>	
Electromagnetic Fields and Nanosystems for Biomedical Applications	3	ING-INF/02	ENG	<b>G3</b>	
<i>UDI (6 CFU): Molecular Dynamics and Atomistic Simulations (*)</i>	Statistical mechanics and Monte Carlo techniques	3	FIS/01	ENG	<b>G1, G2, G3</b>
	Classical molecular dynamics	3	FIS/01		