



**Manifesto degli studi del Corso di Laurea Magistrale in
Data Science and Scientific Computing
Classe Modellistica Matematico-Fisica per l'Ingegneria LM-44 - cod. SM35
Coorte a.a. 2021/2022**

Per maggiori informazioni si visiti il sito del corso di studi:

<http://dssc.units.it>

Obiettivi

La laurea magistrale in Data Science and Scientific Computing vuole preparare professionisti capaci di affrontare le sfide della moderna società digitale: esperti nella gestione ed analisi di dati, in particolare di *big data*, e nella modellazione computazionale con applicazioni nelle scienze ed ingegneria.

Gli obiettivi formativi della LM in DSSC sono:

- saper gestire problemi complessi in ambito multidisciplinare, costruendo modelli matematici e/o statistici e analizzandoli con opportune tecniche computazionali;
- saper valutare quali tecniche computazionali e strumenti tecnologici sono necessari per risolvere tali problemi nel modo più efficiente possibile;
- saper comunicare ed interagire con esperti di altre discipline, con appropriatezza di linguaggio e capendo i problemi principali in queste aree.

Alla fine del percorso, gli studenti non solo acquisiranno competenze teoriche, ma anche impareranno come applicare la teoria per la risoluzione di problemi pratici, mediante esercizi individuali, lavori di gruppo, seminari ed il tirocinio.

Gli studenti svilupperanno anche buone capacità di comunicazione per interagire con altri professionisti, per comunicare risultati e suggerire soluzioni innovative, aggiornando al contempo le loro abilità professionali.

Borse di Studio

Per informazioni su eventuali borse di studio a supporto della partecipazione alla laurea magistrale, si rimanda all'apposita pagina del sito del corso: <https://dssc.units.it/scholarships>.

Calendario delle lezioni e delle sessioni d'esame

L'anno accademico 2021/2022 è organizzato in due periodi didattici e tre periodi per le sessioni d'esame.

<i>Periodo Didattico</i>	<i>Inizio</i>	<i>Fine</i>
I periodo - Lezioni	4 ottobre 2021	21 gennaio 2022
I periodo - Esami	24 gennaio 2022	28 febbraio 2022
II periodo - Lezioni	1 marzo 2022	8 giugno 2022
II periodo - Esami sessione estiva	9 giugno 2022	29 luglio 2022
II periodo - Esami sessione autunnale	1 settembre 2022	30 settembre 2022

Per maggiori dettagli si veda all'indirizzo <http://dssc.units.it>



Ammissione al Corso di Laurea Magistrale

Il corso di laurea magistrale in Data Science and Scientific Computing prevede il numero programmato in accesso. Per l'anno accademico 2021/2022 sono previsti 60 posti.

La selezione dei candidati sarà effettuata da un'apposita commissione di ammissione, secondo le modalità indicate dal bando di selezione reperibile presso il sito web dell'ateneo.

La procedura di selezione si svolge in due fasi. La prima fase prevede la verifica dei requisiti curriculari di accesso, secondo quanto previsto dal regolamento didattico e in seguito dettagliato. I candidati ammessi alla seconda fase verranno intervistati. Alla fine delle interviste, sarà stilata una graduatoria di accesso.

Sono ammessi alla procedura di selezione al corso di Laurea magistrale in Data Science and Scientific Computing i candidati in possesso di tutti i seguenti requisiti:

- A. un titolo di laurea (o di laurea ante riforma) o Diploma Universitario di durata triennale, ovvero di altro titolo di studio equivalente conseguito all'estero.
- B. un voto di laurea almeno pari a 80/110.
- C. almeno 60 cfu in uno o più dei seguenti ambiti disciplinari sotto specificati: matematica (MAT/*), informatica (INF/01), ingegneria dell'informazione (ING-INF/*), ingegneria industriale (ING-IND/*), ingegneria civile (ICAR/01-09), fisica (FIS/*), statistica e metodi matematici per le decisioni (SECS-S/*), economia e finanza (SECS-P01,05,08,09,11), chimica (CHIM/*), biologia molecolare e genetica (BIO/10, BIO/11, BIO/18), geofisica e fisica terrestre (GEO/10-12), di cui obbligatoriamente almeno 9 CFU in ambito matematico (MAT/*, SECS-S/06). Le conoscenze informatiche saranno verificate dalla presenza di CFU conseguiti in ambito informatico (INF/01, ING-INF/05), dal conseguimento di certificazioni ritenute idonee, o dalla verifica delle conoscenze durante il colloquio. Le conoscenze specifiche minime richieste per l'accesso nell'ambito dei settori sopra indicati saranno elencate in un syllabus apposito, e saranno accertati dalla Commissione per l'accesso durante la procedura di selezione.
Lo studente ammesso, che non abbia conseguito almeno 21 CFU in ambito matematico-statistico (MAT/*, SECS-S/01,06), dovrà inserire nel piano di studi esami in tali settori per colmare eventuali lacune nella preparazione di base, in accordo con la commissione didattica del corso di studi. Similmente, studenti ammessi che non abbiano conseguito almeno 6 CFU in ambito informatico (INF/01, ING-INF/05) dovranno inserire in piano di studi corsi in tali ambiti per colmare la preparazione di base, sempre in accordo con la commissione didattica del CCS.
- D. un'adeguata conoscenza della lingua inglese, certificata mediante il possesso di certificazione internazionalmente riconosciuta (livello B2 o equivalente, si veda allegato D), ovvero il superamento di un test di conoscenza della lingua inglese di livello B2.

La procedura di selezione, in capo alla commissione per l'accesso, consta di una valutazione del curriculum e di un'intervista ai candidati, in persona o per via telematica, qualora richiesto. L'intervista mira a verificare nel dettaglio l'effettiva competenza, preparazione e motivazione del candidato, ed è tenuta in lingua inglese. Durante l'intervista, sarà in ogni caso verificata l'effettiva conoscenza della lingua inglese. Nel caso lo studente non sia in possesso della certificazione internazionale, il superamento di tale verifica è condizione necessaria per l'ammissione. Ove ritenuto necessario, la commissione potrà richiedere l'effettuazione di una o più prove scritte e/o pratiche.



Si rimanda al bando per la selezione al corso di laurea per avere ulteriori informazioni sui criteri di selezione, sulle tempistiche, e sulle modalità di valutazione.

Attività formative

Il Corso di Laurea Magistrale ha durata biennale e prevede attività formative relative a cinque tipologie (Art. 10 comma 1 e Art. 10 comma 5 del DM 270):

- attività formative in uno o più ambiti disciplinari caratterizzanti la classe.
- attività formative in uno o più ambiti disciplinari affini o integrativi a quelli di base e caratterizzanti, anche con riguardo alle culture di contesto e alla formazione interdisciplinare;
- attività formative autonomamente scelte dallo studente purché coerenti con il progetto formativo;
- attività formative relative alla preparazione della prova finale per il conseguimento del titolo di studio;
- attività formative, non previste dai punti precedenti, volte ad acquisire ulteriori conoscenze linguistiche, nonché abilità informatiche e telematiche, relazionali, o comunque utili per l'inserimento nel mondo del lavoro, nonché attività formative volte ad agevolare le scelte professionali, mediante la conoscenza diretta del settore lavorativo cui il titolo di studio può dare accesso, tra cui, in particolare, i tirocini formativi e di orientamento di cui al decreto 25 marzo 1998, n. 142, del Ministero del lavoro.

La seguente tabella riporta l'elenco degli insegnamenti erogati dal Corso di Studi Magistrale in Data Science and Scientific Computing nell'a.a. 2021/22 e finalizzate all'acquisizione dei CFU nei rispettivi anni di corso. Si veda anche l'Allegato C per gli obiettivi formativi degli insegnamenti indicati nella tabella.

Insegnamento	SSD	TAF	CFU	Semestre	Anno
Advanced Programming and Algorithmic Design	ING-INF/05	B	12	I+II	I
Foundations of High Performance Computing	ING-INF/05	B	9	I	I
Introduction to Machine Learning	ING-INF/05	B	6	I	I
Statistical Learning for Data Science	SECS-S/01	C	6	I	I
Numerical Analysis	MAT/08	B	6	I	I
Data Management for Big Data	INF/01	B	9	Ii	I
Statistical Methods for Data Science	SECS-S/01	C	6	II	I
Probabilistic Machine Learning	INF/01	B	6	II	I
Stochastic Modelling and Simulation	INF/01	B	6	II	I
Advanced Numerical Analysis	MAT/08	B	6	II	I



Mathematical Optimisation	MAT/09	B	6	II	I
Computer Vision and Pattern Recognition	ING-INF/04	C	6	I	II
Network Science	INF/01	D	6	I	II
Information Retrieval and Data Visualization	INF/01	C	6	I	II
Statistical Analysis of Networks	SECS-S/05	C	6	II	II
Bioinformatics and Genomic Data Analytics	INF/01	C	9	I	II
Cyber-Physical Systems	INF/01	C	6	II	II
Reinforcement Learning	INF/01	C	6	II	II
Deep Learning	INF/01	B	6	II	I
Information Theory	INF/01	C	6	I	II
Health Data Analytics	MED/01	C	6	II	II
Software Development Methods	ING-INF/05	C	6	I	II
Natural Language Processing	ING-INF/05	C	6	II	II
Open Data Management and the Cloud	ING-INF/05	D	6	I	II
Bayesian Statistics	SECS-S/01	C	6	II	II
Advanced Algorithms for Data Science	INF/01	C	6	II	II
Parallel Programming for HPC	ING-INF/05	C	6	II	II
Management of Health Data	ING-INF/06	D	6	I	II
Geophysics Analytics	GEO/10	C	6	?	II
Earth Sciences Analytics	GEO/10	C	6	?	II
Identification and Estimation of Systems	ING-INF/04	D	6	I	II
Control Theory	ING-INF/04	C	6	II	II
Fluid Dynamics	ICAR/01	C	6	I	II
Physics and Modelling of Turbulent Flows	ICAR/01	C	6	I	II
Digital Transportation	ICAR/05	D	6	?	II
Computational Physics Laboratory	FIS/01	C	6	II	II
Computational Quantum Chemistry	CHIM/02	C	6	II	II
Molecular Simulation	ING-IND/24	C	6	I	II
Galaxy Astrophysics	FIS/05	C	6	I	II
Formation of Cosmological Large-Scale Structures	FIS/05	C	6	I	II



Introduction to Quantum Mechanics and Quantum Computing	FIS/02	C	6	I	II
Introduction to Quantum Information Theory	FIS/02	C	6	II	II
Radiative Processes in Astrophysics	FIS/05	D	6	II	II
Advanced Probability	MAT/06	D	6	?	II
Numerical Methods in Quantum Mechanics	FIS/03	D	6	II	II
Simulation of Multibody Systems	FIS/03	D	6	I	II
Statistical Mechanics	CHIM/02	D	6	I	II
Global and Multi-Objective Optimization	INF/01	D	6	I	II
Advanced Data Management and Curation	INF/01	C	6	II	II
Advanced Topics in Machine Learning	INF/01	D	6	I	II
Data Science for Insurance	SECS-S/01	D	6	II	II

Piani di studio

Il Corso di Laurea Magistrale in DSSC si articola in tre curricula: il curriculum in *Artificial Intelligence and Machine Learning*, il curriculum in *Data Science and Applications* ed il curriculum in *Computational Science and Engineering*.

Il curriculum in *Artificial Intelligence and Machine Learning* forma laureati esperti nelle tecniche di machine learning alla base dell'Intelligenza Artificiale moderna, con particolare attenzione alle tecniche basate sui *Big Data*. Verranno conseguite abilità di machine learning, statistiche, modellistiche, abilità computazionali di calcolo intensivo e di gestione di big data.

Il curriculum in *Data Science and Applications* forma laureati esperti nella gestione ed analisi di dati, con particolare attenzione ai *Big Data* ed alle applicazioni. Verranno conseguite abilità statistiche, modellistiche e di data analytics, abilità computazionali di calcolo intensivo e di gestione di database per big data, e conoscenze in un dominio applicativo.

Il curriculum in *Computational Science and Engineering* forma laureati esperti in *Computational Science and Engineering*. Verranno conseguite abilità di modellistica matematica, conoscenze di metodi numerici di simulazione, nozioni di data analytics, abilità computazionali di calcolo intensivo e di programmazione scientifica.

Una descrizione della struttura dei curricula, con tabelle dei crediti per ogni tipologia ed una lista degli corsi attivati è disponibile nell'*allegato A*.

Tutti i curricula hanno una serie di percorsi, o piani di studio di semi-automatica approvazione, costruiti per guidare lo studente nella scelta dei corsi del secondo anno. Ognuno di questi piani di studio ha un focus su una tematica metodologica o applicativa specifica. L'elenco ed il dettaglio di tali



piani di studio è disponibile nell'*allegato B*. Lo studente che intenda costruire un piano di studi al di fuori di quelli proposti, deve comunque rispettare i vincoli dell'*allegato A*.

Prova finale e conseguimento della Laurea Magistrale

La prova finale per il conseguimento del titolo di dottore magistrale in Data Science and Scientific Computing corrisponde a 24 CFU di lavoro, e consiste nella preparazione di un elaborato, che proponga una soluzione originale ad un problema di natura scientifica o aziendale. L'elaborato deve inquadrare il problema affrontato all'interno del campo specifico ed essere corredato di una adeguata bibliografia.

Per essere ammesso alla prova finale lo studente deve aver concluso gli esami di profitto ed acquisito tutti i crediti previsti, ad eccezione di quelli relativi alla prova finale, entro il quindicesimo giorno antecedente la data di laurea. Deve inoltre avere effettuato il caricamento della dissertazione scritta nel sistema informatico Esse3 entro l'ottavo giorno antecedente la stessa data di laurea.

La tesi viene svolta sotto la guida di un relatore, di norma un docente del corso di studi in Data Science and Scientific Computing, il cui nominativo deve essere comunicato tempestivamente al Consiglio di Corso di Studi. Il relatore può essere un docente dei due atenei non afferente al CCS, previa autorizzazione del CCS. Possono esservi uno o più correlatori, anche non appartenenti al CCS.

La tesi potrà essere svolta presso un laboratorio di ricerca o un'azienda convenzionata, previa autorizzazione del CCS.

La tesi sarà scritta e discussa in lingua inglese. Eccezioni adeguatamente motivate devono essere autorizzate dal CCS.

Lo studente dovrà fare un seminario tecnico di presentazione dei risultati del lavoro di tesi prima dell'esame finale (prelaurea). Per questo seminari sarà nominata dal Coordinatore del CCS una commissione di tre docenti, incluso il relatore. La commissione di prelaurea darà un giudizio sul lavoro dello studente, proponendo un incremento di punteggio secondo le modalità di attribuzione del voto finale.

L'esame finale consiste in una breve discussione dell'elaborato. La discussione deve essere comprensibile ad un pubblico educato ma non specialista negli argomenti della dissertazione.

Il voto finale di Laurea Magistrale si basa sulla valutazione del curriculum degli studi, dei contenuti della tesi, della sua presentazione e su ulteriori attività formative svolte dallo studente. Il voto complessivo si ottiene a partire dalla media pesata (dai relativi CFU) dei voti d'esame del biennio di Laurea Magistrale espresso in centodecimi. A questa, di norma, si aggiungono ulteriori punti per la tesi, la sua presentazione e discussione, decisi a maggioranza dalla commissione di Laurea. Il massimo di punti che possono essere assegnati di norma è pari a 10. L'attribuzione della lode, nel



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI TRIESTE

caso che il candidato abbia raggiunto il massimo dei voti, richiede l'unanimità della Commissione Giudicatrice.

Il calendario delle sessioni di laurea è pubblicato nel sito <http://dssc.units.it>



ALLEGATO A: PIANO DEGLI STUDI

Il Corso di laurea in Data Science and Scientific Computing prevede 3 curricula:

- Curriculum “Artificial Intelligence and Machine Learning”
- Curriculum “Data Science for Applications”
- Curriculum “Computational Science and Engineering”

Curriculum “Artificial Intelligence and Machine Learning”

Il curriculum in Artificial Intelligence and Machine Learning forma laureati esperti nelle tecniche moderne di Intelligenza Artificiale, in particolare tecniche di Machine Learning. Verranno conseguite abilità statistiche, modellistiche e di machine learning, abilità computazionali di calcolo intensivo e di gestione di database per big data.

Curriculum “Artificial Intelligence and Machine Learning”			
I anno (60 CFU)			
<i>Insegnamento</i>	<i>Settore</i>	<i>TAF</i>	<i>CFU</i>
Advanced Programming and Algorithmic Design	ING-INF/05	B	12
Foundations of High Performance Computing	ING-INF/05	B	9
Introduction to Machine Learning	ING-INF/05	B	6
Statistical Methods for Data Science	SECS-S/01	C	6
Numerical Analysis	MAT/08	B	6
Data Management for Big Data	INF/01	B	9
Deep Learning	INF/01	B	6
Probabilistic Machine Learning	INF/01	B	6
II anno (60 CFU)			
<i>Insegnamento</i>	<i>Settore</i>	<i>TAF</i>	<i>CFU</i>
Reinforcement Learning	INF/01	C	6
Insegnamenti opzionali		C	6
Insegnamenti a scelta		D	12
Tirocinio		F	12
Tesi		E	24



Nel piano degli studi possono essere inseriti alcuni insegnamenti opzionali (TAF A, B, C) selezionabili tra:

Insegnamenti Opzionali			
<i>Insegnamento</i>	<i>Settore</i>	<i>TAF</i>	<i>CFU</i>
Cyber-Physical Systems	INF/01	C	6
Computer Vision and Pattern Recognition	ING-INF/04	C	6
Software Development Methods	ING-INF/05	C	6
Natural Language Processing	ING-INF/05	C	6
Information Theory	INF/01	C	6
Statistical Learning for Data Science	SECS-S/01	C	6
Control Theory	ING-INF/04	C	6

Nel piano degli studi possono essere inseriti alcuni insegnamenti a scelta (TAF D) selezionabili tra quelli presenti nella seguente lista. Si prega di verificare la loro effettiva erogazione nell'anno di interesse.

Insegnamenti A Scelta			
<i>Insegnamento</i>	<i>Settore</i>	<i>TAF</i>	<i>CFU</i>
Tutti gli insegnamenti delle tabelle precedenti		D	
Stochastic Modelling and Simulation	INF/01	D	6
Information Retrieval and Data Visualization	INF/01	D	6
Identification and Estimation of Systems	ING-INF/04	D	6
Mathematical Optimisation	MAT/09	D	6
Bayesian Statistics	SECS-S/01	D	6
Statistical Learning for Data Science	SECS-S/01	D	6
Parallel Programming for HPC	ING-INF/05	D	6
Advanced Probability	MAT/06	D	6
Advanced Data Management and Curation	INF/01	D	6
Advanced Topics in Machine Learning	INF/01	D	6



Global and Multi-Objective Optimization	INF/01	D	6
Advanced Algorithms for Data Science	INF/01	D	6
Altri insegnamenti (****) (****) Gli altri insegnamenti possono appartenere a qualsiasi settore		D	



Curriculum “Data Science and Applications”

Il curriculum in Data Science and Applications forma laureati esperti nella gestione ed analisi di dati, con particolare attenzione ai Big Data. Verranno conseguite abilità statistiche, modellistiche e di data analytics, abilità computazionali di calcolo intensivo e di gestione di database per big data, nonché esperienza in un dominio applicativo.

Curriculum “Data Science and Applications”				
I anno (60 CFU)				
Insegnamento	Settore	TAF	CFU	
Advanced Programming and Algorithmic Design	ING-INF/05	B	12	
Foundations of High Performance Computing	ING-INF/05	B	9	
Introduction to Machine Learning	ING-INF/05	B	6	
Statistical Methods for Data Science	SECS-S/01	C	6	
Numerical Analysis	MAT/08	B	6	
Data Management for Big Data	INF/01	B	9	
Statistical Learning for Data Science	SECS-S/01	C	6	
Probabilistic Machine Learning	INF/01	B	6	
II anno (60 CFU)				
Insegnamento	Settore	TAF	CFU	
Per gli insegnamenti opzionali, lo studente deve scegliere tra l'opzione A o l'opzione B				
A	Bioinformatics and Genomic Data Analytics	INF/01	C	9
	Insegnamenti opzionali		C	3
B	Information Retrieval and Data Visualization	INF/01	C	6
	Insegnamenti opzionali		C	6
Insegnamenti a scelta			D	12



Tirocinio		F	12
Tesi		E	24

Nel piano degli studi possono essere inseriti alcuni insegnamenti opzionali (TAF A, B, C) selezionabili tra:

Insegnamenti Opzionali			
<i>Insegnamento</i>	<i>Settore</i>	<i>TAF</i>	<i>CFU</i>
Statistical Analysis of Networks	SECS-S/05	C	6
Bayesian Statistics	SECS-S/01	C	6
Advanced Algorithms for Data Science	INF/01	C	6
Health Data Analytics	MED/01	C	6
Software Development Methods	ING-INF/05	C	6
Molecular Simulation	ING-IND/24	C	6
Mathematical Optimisation	MAT/09	C	6
Earth Sciences Analytics	GEO/10	C	6
Advanced Data Management and Curation	INF/01	C	6

Nel piano degli studi possono essere inseriti alcuni insegnamenti a scelta (TAF D) selezionabili tra quelli presenti nella seguente lista. Si prega di verificare la loro effettiva erogazione nell'anno di interesse.

Insegnamenti A Scelta			
<i>Insegnamento</i>	<i>Settore</i>	<i>TAF</i>	<i>CFU</i>
Tutti gli insegnamenti delle tabelle precedenti		D	
Data Science for Insurance	SECS-S/01	D	6



Parallel Programming for HPC	ING-INF/05	D	6
Network Science	INF/01	D	6
Deep Learning	INF/01	D	6
Digital Transportation	ICAR/05	D	6
Stochastic Modelling and Simulation	INF/01	D	6
Computer Vision and Pattern Recognition	ING-INF/04	D	6
Open Data Management and the Cloud	ING-INF/05	D	6
Natural Language Processing	ING-INF/05	D	6
Management of Health Data	ING-INF/06	D	6
Geophysics Analytics	GEO/10	D	6
Advanced Topics in Machine Learning	INF/01	D	6
Global and Multi-Objective Optimization	INF/01	D	6
Altri insegnamenti (****) (****) Gli altri insegnamenti possono appartenere a qualsiasi settore		D	



Curriculum “Computational Science and Engineering”

Il curriculum in Computational Science and Engineering forma laureati esperti in Computational Science e Computational Engineering. Verranno conseguite abilità di modellistica matematica, conoscenze di metodi numerici di simulazione, nozioni di data analytics, abilità computazionali di calcolo intensivo e di programmazione scientifica.

Curriculum “Computational Science and Engineering”			
I anno (57 CFU)			
<i>Insegnamento</i>	<i>Settore</i>	<i>TAF</i>	<i>CFU</i>
Advanced Programming and Algorithmic Design	ING-INF/05	B	12
Foundations of High Performance Computing	ING-INF/05	B	9
Introduction to Machine Learning	ING-INF/05	B	6
Statistical Methods for Data Science	SECS-S/01	C	6
Numerical Analysis	MAT/08	B	6
Stochastic Modelling and Simulation	INF/01	B	6
Mathematical Optimisation	MAT/09	B	6
<i>Un insegnamento a scelta tra A e B</i>			
A. Advanced Numerical Analysis	MAT/08	B	6
B. Probabilistic Machine Learning	INF/01	B	6
II anno (63 CFU)			
<i>Insegnamento</i>	<i>Settore</i>	<i>TAF</i>	<i>CFU</i>
Insegnamenti opzionali		C	12
Insegnamenti a scelta		D	15
Tirocinio		F	12
Tesi		E	24



Nel piano degli studi possono essere inseriti alcuni insegnamenti opzionali (TAF A, B, C) selezionabili tra:

Insegnamenti Opzionali			
<i>Insegnamento</i>	<i>Settore</i>	<i>TAF</i>	<i>CFU</i>
Control Theory	ING-INF/04	C	6
Parallel Programming for HPC	ING-INF/05	C	6
Fluid Dynamics	ICAR/01	C	6
Physics and Modelling of Turbulent Flows	ICAR/01	C	6
Computational Physics Laboratory	FIS/01	C	6
Computational Quantum Chemistry	CHIM/02	C	6
Molecular Simulation	ING-IND/24	C	6
Galaxy Astrophysics	FIS/05	C	6
Formation of Cosmological Large-Scale Structures	FIS/05	C	6
Software Development Methods	ING-INF/05	C	6
Introduction to Quantum Mechanics and Quantum Computing	FIS/02	C	6
Introduction to Quantum Information Theory	FIS/02	C	6
Information Theory	INF/01	C	6

Nel piano degli studi possono essere inseriti alcuni insegnamenti a scelta (TAF D) selezionabili tra quelli presenti nella seguente lista. Si prega di verificare la loro effettiva erogazione nell'anno di interesse.

Insegnamenti A Scelta			
<i>Insegnamento</i>	<i>Settore</i>	<i>TAF</i>	<i>CFU</i>
Tutti gli insegnamenti delle tabelle precedenti		D	
Deep Learning	INF/01	D	6
Global and Multi-Objective Optimization	INF/01	D	6
Open Data Management and the Cloud	ING-INF/05	D	6



Bayesian Statistics	SECS-S/01	D	6
Computer Vision and Pattern Recognition	ING-INF/04	D	6
Statistical Mechanics	CHIM/02	D	6
Radiative Processes in Astrophysics	FIS/05	D	6
Numerical Methods in Quantum Mechanics	FIS/03	D	6
Simulation of Multibody Systems	FIS/03	D	6
Advanced Probability	MAT/06	D	6
Advanced Data Management and Curation	INF/01	D	6
Altri insegnamenti (****) (****) Gli altri insegnamenti possono appartenere a qualsiasi settore		D	



Curriculum “Data Science and Applications” per studenti part-time, durata triennale

Questa sezione contiene una suddivisione consigliata degli insegnamenti del Curriculum in Data Science and Applications per studenti part-time, che scelgono una durata triennale del percorso di studi. Suddivisioni degli esami e piani di studio diversi dal presente possono essere presentati dagli studenti, previa approvazione del CCS.

Curriculum “Data Science and Applications” - part time - triennale			
I anno (39 CFU)			
<i>Insegnamento</i>	<i>Settore</i>	<i>TAF</i>	<i>CFU</i>
Advanced Programming and Algorithmic Design	ING-INF/05	B	12
Introduction to Machine Learning	ING-INF/05	B	6
Statistical Methods for Data Science	SECS-S/01	C	6
Data Management for Big Data	INF/01	B	9
Statistical Learning for Data Science	SECS-S/01	C	6
II anno (39 CFU)			
<i>Insegnamento</i>	<i>Settore</i>	<i>TAF</i>	<i>CFU</i>
Foundations of High Performance Computing	ING-INF/05	B	9
Numerical Analysis	MAT/08	B	6
Probabilistic Machine Learning	INF/01	B	6
Insegnamenti opzionali secondo i vincoli del piano di studi biennale		C	12
Insegnamenti a scelta		D	6
III anno (42 CFU)			
<i>Insegnamento</i>	<i>Settore</i>	<i>TAF</i>	<i>CFU</i>
Insegnamenti a scelta		D	6
Tirocinio		F	12
Tesi		E	24



Curriculum “Data Science and Applications” per studenti part-time, durata quadriennale

Questa sezione contiene una suddivisione consigliata degli insegnamenti del Curriculum in Data Science and Applications per studenti part-time, che scelgono una durata quadriennale del percorso di studi. Suddivisioni degli esami e piani di studio diversi dal presente possono essere presentati dagli studenti, previa approvazione del CCS.

Curriculum “Data Science and Applications” - part time - quadriennale			
I anno (33 CFU)			
<i>Insegnamento</i>	<i>Settore</i>	<i>TAF</i>	<i>CFU</i>
Advanced Programming and Algorithmic Design	ING-INF/05	B	12
Introduction to Machine Learning	ING-INF/05	B	6
Statistical Methods for Data Science	SECS-S/01	C	6
Data Management for Big Data	INF/01	B	9
II anno (27 CFU)			
<i>Insegnamento</i>	<i>Settore</i>	<i>TAF</i>	<i>CFU</i>
Foundations of High Performance Computing	ING-INF/05	B	9
Numerical Analysis	MAT/08	B	6
Statistical Learning for Data Science	SECS-S/01	C	6
Probabilistic Machine Learning	INF/01	B	6
III anno (36 CFU)			
<i>Insegnamento</i>	<i>Settore</i>	<i>TAF</i>	<i>CFU</i>
Insegnamenti opzionali secondo i vincoli del piano di studi biennale		C	12
Insegnamenti a scelta		D	12
Tirocinio		F	12
IV anno (24 CFU)			
<i>Insegnamento</i>	<i>Settore</i>	<i>TAF</i>	<i>CFU</i>
Tesi		E	24



Curriculum “Artificial Intelligence and Machine Learning” per studenti part-time, durata triennale

Questa sezione contiene una suddivisione consigliata degli insegnamenti del Curriculum in Artificial Intelligence and Machine Learning per studenti part-time, che scelgono una durata triennale del percorso di studi. Suddivisioni degli esami e piani di studio diversi dal presente possono essere presentati dagli studenti, previa approvazione del CCS.

Curriculum “Artificial Intelligence and Machine Learning” - part time - triennale			
I anno (39 CFU)			
<i>Insegnamento</i>	<i>Settore</i>	<i>TAF</i>	<i>CFU</i>
Advanced Programming and Algorithmic Design	ING-INF/05	B	12
Introduction to Machine Learning	ING-INF/05	B	6
Statistical Methods for Data Science	SECS-S/01	C	6
Data Management for Big Data	INF/01	B	9
Deep Learning	INF/01	B	6
II anno (42 CFU)			
<i>Insegnamento</i>	<i>Settore</i>	<i>TAF</i>	<i>CFU</i>
Foundations of High Performance Computing	ING-INF/05	B	9
Numerical Analysis	MAT/08	B	6
Probabilistic Machine Learning	INF/01	B	6
Reinforcement Learning	INF/01	C	6
Insegnamenti opzionali secondo i vincoli del piano di studi biennale		C	6
Insegnamenti a scelta		D	6
III anno (42 CFU)			
<i>Insegnamento</i>	<i>Settore</i>	<i>TAF</i>	<i>CFU</i>
Insegnamenti a scelta		D	6
Tirocinio		F	12
Tesi		E	24



Curriculum “Artificial Intelligence and Machine Learning” per studenti part-time, durata quadriennale

Questa sezione contiene una suddivisione consigliata degli insegnamenti del Curriculum in Artificial Intelligence and Machine Learning per studenti part-time, che scelgono una durata quadriennale del percorso di studi. Suddivisioni degli esami e piani di studio diversi dal presente possono essere presentati dagli studenti, previa approvazione del CCS.

Curriculum “Artificial Intelligence and Machine Learning” - part time - quadriennale			
I anno (33 CFU)			
<i>Insegnamento</i>	<i>Settore</i>	<i>TAF</i>	<i>CFU</i>
Advanced Programming and Algorithmic Design	ING-INF/05	B	12
Introduction to Machine Learning	ING-INF/05	B	6
Statistical Methods for Data Science	SECS-S/01	C	6
Data Management for Big Data	INF/01	B	9
II anno (27 CFU)			
<i>Insegnamento</i>	<i>Settore</i>	<i>TAF</i>	<i>CFU</i>
Foundations of High Performance Computing	ING-INF/05	B	9
Numerical Analysis	MAT/08	B	6
Deep Learning	INF/01	B	6
Probabilistic Machine Learning	INF/01	B	6
III anno (36 CFU)			
<i>Insegnamento</i>	<i>Settore</i>	<i>TAF</i>	<i>CFU</i>
Reinforcement Learning	INF/01	C	6
Insegnamenti opzionali secondo i vincoli del piano di studi biennale		C	6
Insegnamenti a scelta		D	12
Tirocinio		F	12
IV anno (24 CFU)			
<i>Insegnamento</i>	<i>Settore</i>	<i>TAF</i>	<i>CFU</i>
Tesi		E	24



Curriculum “Computational Science and Engineering” per studenti part-time, durata triennale

Questa sezione contiene una suddivisione consigliata degli insegnamenti del Curriculum in Computational Science and Engineering per studenti part-time, che scelgono una durata triennale del percorso di studi. Suddivisioni degli esami e piani di studio diversi dal presente possono essere presentati dagli studenti, previa approvazione del CCS.

Curriculum “Computational Science and Engineering” - part time - triennale			
I anno (36 CFU)			
<i>Insegnamento</i>	<i>Settore</i>	<i>TAF</i>	<i>CFU</i>
Advanced Programming and Algorithmic Design	ING-INF/05	B	12
Introduction to Machine Learning	ING-INF/05	B	6
Statistical Methods for Data Science	SECS-S/01	C	6
Mathematical Optimisation	MAT/09	B	6
Stochastic Modelling and Simulation	INF/01	B	6
II anno (42 CFU)			
<i>Insegnamento</i>	<i>Settore</i>	<i>TAF</i>	<i>CFU</i>
Foundations of High Performance Computing	ING-INF/05	B	9
Numerical Analysis	MAT/08	B	6
<i>Un insegnamento a scelta tra A e B</i>			
A. Advanced Numerical Analysis	MAT/08	B	6
B. Probabilistic Machine Learning	INF/01	B	6
Insegnamenti opzionali secondo i vincoli del piano di studi biennale		C	12
Insegnamenti a scelta		D	9
III anno (42 CFU)			
<i>Insegnamento</i>	<i>Settore</i>	<i>TAF</i>	<i>CFU</i>
Insegnamenti a scelta		D	6
Tirocinio		F	12
Tesi		E	24



Curriculum “Computational Science and Engineering” per studenti part-time, durata quadriennale

Questa sezione contiene una suddivisione consigliata degli insegnamenti del Curriculum in Computational Science and Engineering per studenti part-time, che scelgono una durata quadriennale del percorso di studi. Suddivisioni degli esami e piani di studio diversi dal presente possono essere presentati dagli studenti, previa approvazione del CCS.

Curriculum “Computational Science and Engineering” - part time - quadriennale			
I anno (30 CFU)			
<i>Insegnamento</i>	<i>Settore</i>	<i>TAF</i>	<i>CFU</i>
Advanced Programming and Algorithmic Design	ING-INF/05	B	12
Introduction to Machine Learning	ING-INF/05	B	6
Statistical Methods for Data Science	SECS-S/01	C	6
Mathematical Optimisation	MAT/09	B	6
II anno (27 CFU)			
<i>Insegnamento</i>	<i>Settore</i>	<i>TAF</i>	<i>CFU</i>
Foundations of High Performance Computing	ING-INF/05	B	9
Numerical Analysis	MAT/08	B	6
Stochastic Modelling and Simulation	INF/01	B	6
<i>Un insegnamento a scelta tra A e B</i>			
A. Advanced Numerical Analysis	MAT/08	B	6
B. Probabilistic Machine Learning	INF/01	B	6
III anno (33 CFU)			
<i>Insegnamento</i>	<i>Settore</i>	<i>TAF</i>	<i>CFU</i>
Insegnamenti opzionali secondo i vincoli del piano di studi biennale		C	12
Insegnamenti a scelta		D	9
Tirocinio		F	12
IV anno (30 CFU)			
<i>Insegnamento</i>	<i>Settore</i>	<i>TAF</i>	<i>CFU</i>
Insegnamenti a scelta		D	6
Tesi		E	24



ALLEGATO B: PERCORSI DI STUDIO

Curriculum: Artificial Intelligence and Machine Learning

Specialization in AI for Cyber-Physical Systems

I Year

<i>Course</i>	<i>SSD</i>	<i>TAF</i>	<i>CFU</i>	<i>SEM</i>
Advanced Programming and Algorithmic Design	ING-INF/05	B	12	I+II
Foundations of High Performance Computing	ING-INF/05	B	9	I
Introduction to Machine Learning	ING-INF/05	B	6	I
Statistical Methods for Data Science	SECS-S/01	C	6	I
Numerical Analysis	MAT/08	B	6	I
Data Management for Big Data	INF/01	B	9	II
Deep Learning	INF/01	B	6	II
Probabilistic Machine Learning	INF/01	B	6	II

II Year

<i>Course</i>	<i>SSD</i>	<i>TAF</i>	<i>CFU</i>	<i>SEM</i>
Reinforcement Learning	INF/01	C	6	II
Cyber-Physical Systems	INF/01	C	6	II
Control Theory	ING-INF/04	C	6	I ?
<i>One course between</i>				
Global and Multi-Objective Optimization	INF/01	D	6	?
Computer Vision and Pattern Recognition	ING-INF/04	C	6	I
Software Development Methods	ING-INF/05	C	6	I
Natural Language Processing	ING-INF/05	C	6	II
Stochastic Modelling and Simulation	INF/01	D	6	II
Identification and Estimation of Systems	ING-INF/04	D	6	I ?



Curriculum: Artificial Intelligence and Machine Learning

Specialization in Foundations of AI and ML

I Year

Course	SSD	TAF	CFU	SEM
Advanced Programming and Algorithmic Design	ING-INF/05	B	12	I+II
Foundations of High Performance Computing	ING-INF/05	B	9	I
Introduction to Machine Learning	ING-INF/05	B	6	I
Statistical Methods for Data Science	SECS-S/01	C	6	I
Numerical Analysis	MAT/08	B	6	I
Data Management for Big Data	INF/01	B	9	II
Deep Learning	INF/01	B	6	II
Probabilistic Machine Learning	INF/01	B	6	II

II Year

Course	SSD	TAF	CFU	SEM
Reinforcement Learning	INF/01	C	6	?
<i>18 CFU (min 6 of TAF C) between</i>				
Advanced Topics in Machine Learning	INF/01	D	6	?
Computer Vision and Pattern Recognition	ING-INF/04	C	6	I
Software Development Methods	ING-INF/05	C	6	I
Natural Language Processing	ING-INF/05	C	6	II
Information Theory	INF/01	C	6	I
Cyber-Physical Systems	INF/01	C	6	II
Stochastic Modelling and Simulation	INF/01	D	6	II
Information Retrieval and Data Visualization	INF/01	D	6	I
Mathematical Optimisation	MAT/09	D	6	II
Control Theory	ING-INF/04	C	6	I ?
Bayesian Statistics	SECS-S/01	D	6	II
Advanced Algorithms for Data Science	INF/01	D	6	II
Statistical Learning for Data Science	SECS-S/01	D	6	II
Parallel Programming for HPC	ING-INF/05	D	6	?
Advanced Probability	MAT/06	D	6	?
Global and Multi-Objective Optimization	INF/01	D	6	?



Advanced Data Management and Curation	INF/01	D	6	II
---------------------------------------	--------	---	---	----

Curriculum: Data Science and Applications

Specialization in Data Management and Engineering

I Year

<i>Course</i>	<i>SSD</i>	<i>TAF</i>	<i>CFU</i>	<i>SEM</i>
Advanced Programming and Algorithmic Design	ING-INF/05	B	12	I+II
Foundations of High Performance Computing	ING-INF/05	B	9	I
Introduction to Machine Learning	ING-INF/05	B	6	I
Statistical Methods for Data Science	SECS-S/01	C	6	I
Numerical Analysis	MAT/08	B	6	I
Data Management for Big Data	INF/01	B	9	II
Statistical Learning for Data Science	SECS-S/01	C	6	II
Probabilistic Machine Learning	INF/01	B	6	II

II Year

<i>Course</i>	<i>SSD</i>	<i>TAF</i>	<i>CFU</i>	<i>SEM</i>
Information Retrieval and Data Visualization	INF/01	C	6	I
Advanced Data Management and Curation	INF/01	C	6	II
Open Data Management and the Cloud	ING-INF/05	D	6	I
<i>At least 6 CFU between</i>				
Software Development Methods	ING-INF/05	C	6	I
Network Science	INF/01	D	6	I
Deep Learning	INF/01	D	6	II



Curriculum: Data Science and Applications

Specialization in Data Processing and Visualization

I Year

<i>Course</i>	<i>SSD</i>	<i>TAF</i>	<i>CFU</i>	<i>SEM</i>
Advanced Programming and Algorithmic Design	ING-INF/05	B	12	I+II
Foundations of High Performance Computing	ING-INF/05	B	9	I
Introduction to Machine Learning	ING-INF/05	B	6	I
Statistical Methods for Data Science	SECS-S/01	C	6	I
Numerical Analysis	MAT/08	B	6	I
Data Management for Big Data	INF/01	B	9	II
Statistical Learning for Data Science	SECS-S/01	C	6	II
Probabilistic Machine Learning	INF/01	B	6	II

II Year

<i>Course</i>	<i>SSD</i>	<i>TAF</i>	<i>CFU</i>	<i>SEM</i>
Information Retrieval and Data Visualization	INF/01	C	6	I
Advanced Algorithms for Data Science	INF/01	C	6	II
Network Science	INF/01	D	6	I
<i>At least 6 CFU between</i>				
Advanced Data Management and Curation	INF/01	C	6	II
Deep Learning	INF/01	D	6	II



Curriculum: Data Science and Applications

Specialization in Data Science for Healthcare

I Year

<i>Course</i>	<i>SSD</i>	<i>TAF</i>	<i>CFU</i>	<i>SEM</i>
Advanced Programming and Algorithmic Design	ING-INF/05	B	12	I+II
Foundations of High Performance Computing	ING-INF/05	B	9	I
Introduction to Machine Learning	ING-INF/05	B	6	I
Statistical Methods for Data Science	SECS-S/01	C	6	I
Numerical Analysis	MAT/08	B	6	I
Data Management for Big Data	INF/01	B	9	II
Statistical Learning for Data Science	SECS-S/01	C	6	II
Probabilistic Machine Learning	INF/01	B	6	II

II Year

<i>Course</i>	<i>SSD</i>	<i>TAF</i>	<i>CFU</i>	<i>SEM</i>
Information Retrieval and Data Visualization	INF/01	C	6	I
Health Data Analytics	MED/01	C	6	II
Management of Health Data	ING-INF/06	D	6	I
<i>At least 6 CFU between</i>				
Software Development Methods	ING-INF/05	C	6	I
Computer Vision and Pattern Recognition	ING-INF/04	D	6	I
Natural Language Processing	ING-INF/05	D	6	II
Deep Learning	INF/01	D	6	II
Open Data Management and the Cloud	ING-INF/05	D	6	I
Advanced Data Management and Curation	INF/01	C	6	II



Curriculum: Data Science and Applications

Specialization in Data Science for Life Sciences

I Year

<i>Course</i>	<i>SSD</i>	<i>TAF</i>	<i>CFU</i>	<i>SEM</i>
Advanced Programming and Algorithmic Design	ING-INF/05	B	12	I+II
Foundations of High Performance Computing	ING-INF/05	B	9	I
Introduction to Machine Learning	ING-INF/05	B	6	I
Statistical Methods for Data Science	SECS-S/01	C	6	I
Numerical Analysis	MAT/08	B	6	I
Data Management for Big Data	INF/01	B	9	II
Statistical Learning for Data Science	SECS-S/01	C	6	II
Probabilistic Machine Learning	INF/01	B	6	II

II Year

<i>Course</i>	<i>SSD</i>	<i>TAF</i>	<i>CFU</i>	<i>SEM</i>
Bioinformatics and Genomic Data Analytics	INF/01	C	9	II
<i>15 CFU between</i>				
Advanced Algorithms for Data Science	INF/01	C	6	II
Stochastic Modelling and Simulation	INF/01	D	6	II
Molecular Simulation	ING-IND/24	C	6	I
Information Retrieval and Data Visualization	INF/01	C	6	I
Advanced Data Management and Curation	INF/01	C	6	II



Curriculum: Data Science and Applications

Specialization in Data Science for Social Sciences

I Year

<i>Course</i>	<i>SSD</i>	<i>TAF</i>	<i>CFU</i>	<i>SEM</i>
Advanced Programming and Algorithmic Design	ING-INF/05	B	12	I+II
Foundations of High Performance Computing	ING-INF/05	B	9	I
Introduction to Machine Learning	ING-INF/05	B	6	I
Statistical Methods for Data Science	SECS-S/01	C	6	I
Numerical Analysis	MAT/08	B	6	I
Data Management for Big Data	INF/01	B	9	II
Statistical Learning for Data Science	SECS-S/01	C	6	II
Probabilistic Machine Learning	INF/01	B	6	II

II Year

<i>Course</i>	<i>SSD</i>	<i>TAF</i>	<i>CFU</i>	<i>SEM</i>
Information Retrieval and Data Visualization	INF/01	C	6	I
Natural Language Processing	ING-INF/05	D	6	II
Statistical Analysis of Networks	SECS-S/05	C	6	II
At least 6 CFU from				
Bayesian Statistics	SECS-S/01	C	6	II
Deep Learning	INF/01	D	6	II
Network Science	INF/01	D	6	I



Curriculum: Data Science and Applications

Specialization in Data Science for Digital Transportation

I Year

<i>Course</i>	<i>SSD</i>	<i>TAF</i>	<i>CFU</i>	<i>SEM</i>
Advanced Programming and Algorithmic Design	ING-INF/05	B	12	I+II
Foundations of High Performance Computing	ING-INF/05	B	9	I
Introduction to Machine Learning	ING-INF/05	B	6	I
Statistical Methods for Data Science	SECS-S/01	C	6	I
Numerical Analysis	MAT/08	B	6	I
Data Management for Big Data	INF/01	B	9	II
Statistical Learning for Data Science	SECS-S/01	C	6	II
Probabilistic Machine Learning	INF/01	B	6	II

II Year

<i>Course</i>	<i>SSD</i>	<i>TAF</i>	<i>CFU</i>	<i>SEM</i>
Information Retrieval and Data Visualization	INF/01	C	6	I
Mathematical Optimisation	MAT/09	C	6	II
Digital Transportation	ICAR/05	D	6	?
<i>At least 6 CFU between</i>				
Stochastic Modelling and Simulation	INF/01	D	6	II
Software Development Methods	ING-INF/05	C	6	I
Open Data Management and the Cloud	ING-INF/05	D	6	I
Deep Learning	INF/01	D	6	II
Global and Multi-Objective Optimization	INF/01	D	6	?
Advanced Data Management and Curation	INF/01	C	6	II
Network Science	INF/01	D	6	I



Curriculum: Data Science and Applications

Specialization in Geodata Science

I Year

<i>Course</i>	<i>SSD</i>	<i>TAF</i>	<i>CFU</i>	<i>SEM</i>
Advanced Programming and Algorithmic Design	ING-INF/05	B	12	I+II
Foundations of High Performance Computing	ING-INF/05	B	9	I
Introduction to Machine Learning	ING-INF/05	B	6	I
Statistical Methods for Data Science	SECS-S/01	C	6	I
Numerical Analysis	MAT/08	B	6	I
Data Management for Big Data	INF/01	B	9	II
Statistical Learning for Data Science	SECS-S/01	C	6	II
Probabilistic Machine Learning	INF/01	B	6	II

II Year

<i>Course</i>	<i>SSD</i>	<i>TAF</i>	<i>CFU</i>	<i>SEM</i>
Information Retrieval and Data Visualization	INF/01	C	6	I
Earth Sciences Analytics	GEO/10	C	6	?
<i>At least 12 CFU between</i>				
Geophysics Analytics	GEO/10	D	6	?
Deep Learning	INF/01	D	6	II
Advanced Data Management and Curation	INF/01	C	6	II
Global and Multi-Objective Optimization	INF/01	D	6	?
Software Development Methods	ING-INF/05	C	6	I



Curriculum: Computational Science and Engineering

Specialization in Computational Fluid Dynamics

I Year

Course	SSD	TAF	CFU	SEM
Advanced Programming and Algorithmic Design	ING-INF/05	B	12	I+II
Foundations of High Performance Computing	ING-INF/05	B	9	I
Introduction to Machine Learning	ING-INF/05	B	6	I
Statistical Methods for Data Science	SECS-S/01	C	6	I
Numerical Analysis	MAT/08	B	6	I
Stochastic Modelling and Simulation	INF/01	B	6	II
Advanced Numerical Analysis	MAT/08	B	6	II
Mathematical Optimization	MAT/09	B	9	II

II Year

Course	SSD	TAF	CFU	SEM
Fluid Dynamics	ICAR/01	C	6	I
Physics and Modelling of Turbulent Flows	ICAR/01	C	6	II
<i>At least 12 CFU between</i>				
Parallel Programming for HPC	ING-INF/05	C	6	?
Software Development Methods	ING-INF/05	C	6	I
Probabilistic Machine Learning	INF/01	B	6	II
Deep Learning	INF/01	D	6	II
Global and Multi-Objective Optimization	INF/01	D	6	?
Geophysics Analytics	GEO/10	D	6	?

Curriculum: Computational Science and Engineering

Specialization in Computational Physics



I Year

Course	SSD	TAF	CFU	SEM
Advanced Programming and Algorithmic Design	ING-INF/05	B	12	I+II
Foundations of High Performance Computing	ING-INF/05	B	9	I
Introduction to Machine Learning	ING-INF/05	B	6	I
Statistical Methods for Data Science	SECS-S/01	C	6	I
Numerical Analysis	MAT/08	B	6	I
Stochastic Modelling and Simulation	INF/01	B	6	II
Advanced Numerical Analysis	MAT/08	B	6	II
Mathematical Optimisation	MAT/09	B	6	II

II Year

Course	SSD	TAF	CFU	SEM
Computational Physics Laboratory	FIS/01	C	6	II
<i>At least 18 CFU (of which at least 6 of TAF C) between</i>				
Molecular Simulation	ING-IND/24	C	6	I
Fluid Dynamics	ICAR/01	C	6	I
Software Development Methods	ING-INF/05	C	6	I
Parallel Programming for HPC	ING-INF/05	C	6	?
Numerical Methods in Quantum Mechanics	FIS/03	D	6	II
Simulation of Multibody Systems	FIS/03	D	6	II
Computational Quantum Chemistry	CHIM/02	C	6	II
Statistical Mechanics	CHIM/02	D	6	I
Probabilistic Machine Learning	INF/01	B	6	II
Deep Learning	INF/01	D	6	II
Advanced Topics in Machine Learning	INF/01	D	6	?

Curriculum: Computational Science and Engineering

Specialization in Computational Cosmology



I Year

Course	SSD	TAF	CFU	SEM
Advanced Programming and Algorithmic Design	ING-INF/05	B	12	I+II
Foundations of High Performance Computing	ING-INF/05	B	9	I
Introduction to Machine Learning	ING-INF/05	B	6	I
Statistical Methods for Data Science	SECS-S/01	C	6	I
Numerical Analysis	MAT/08	B	6	I
Stochastic Modelling and Simulation	INF/01	B	6	II
Advanced Numerical Analysis	MAT/08	B	6	II
Mathematical Optimisation	MAT/09	B	6	II

II Year

Course	SSD	TAF	CFU	SEM
Galaxy Astrophysics	FIS/05	C	6	I
Formation of Cosmological Large-Scale Structures	FIS/05	C	6	I
Introduction to Cosmology	FIS/05	F	1	I
Radiative Processes in Astrophysics	FIS/05	D	6	II
<i>At least 6 CFU (TAF D) between</i>				
Computational Physics Laboratory	FIS/01	C	6	II
Simulation of Multibody Systems	FIS/03	D	6	II
Probabilistic Machine Learning	INF/01	B	6	II
Parallel Programming for HPC	ING-INF/05	C	6	?

This specialization is recommended only to students with a bachelor in Physics.



Curriculum: Computational Science and Engineering

Specialization in Computational Chemistry

I Year

Course	SSD	TAF	CFU	SEM
Advanced Programming and Algorithmic Design	ING-INF/05	B	12	I+II
Foundations of High Performance Computing	ING-INF/05	B	9	I
Introduction to Machine Learning	ING-INF/05	B	6	I
Statistical Methods for Data Science	SECS-S/01	C	6	I
Numerical Analysis	MAT/08	B	6	I
Stochastic Modelling and Simulation	INF/01	B	6	II
Advanced Numerical Analysis	MAT/08	B	6	II
Mathematical Optimisation	MAT/09	B	6	II

II Year

Course	SSD	TAF	CFU	SEM
Computational Physics Laboratory	FIS/01	C	6	II
Computational Quantum Chemistry	CHIM/02	C	6	II
Molecular Simulation	ING-IND/24	C	6	I
<i>At least 6 CFU (TAF D) between</i>				
Numerical Methods in Quantum Mechanics	FIS/03	D	6	II
Simulation of Multibody Systems	FIS/03	D	6	II
Statistical Mechanics	CHIM/02	D	6	I
Software Development Methods	ING-INF/05	C	6	I
Parallel Programming for HPC	ING-INF/05	C	6	?



Curriculum: Computational Science and Engineering

Specialization in Quantum Computing

I Year

<i>Course</i>	<i>SSD</i>	<i>TAF</i>	<i>CFU</i>	<i>SEM</i>
Advanced Programming and Algorithmic Design	ING-INF/05	B	12	I+II
Foundations of High Performance Computing	ING-INF/05	B	9	I
Introduction to Machine Learning	ING-INF/05	B	6	I
Statistical Methods for Data Science	SECS-S/01	C	6	I
Numerical Analysis	MAT/08	B	6	I
Stochastic Modelling and Simulation	INF/01	B	6	II
Probabilistic Machine Learning	INF/01	B	6	II
Mathematical Optimisation	MAT/09	B	6	II

II Year

<i>Course</i>	<i>SSD</i>	<i>TAF</i>	<i>CFU</i>	<i>SEM</i>
Introduction to Quantum Information Theory	FIS/02	C	6	II
Introduction to Quantum Mechanics and Quantum Computing	FIS/02	C	6	I
Information Theory	INF/01	C	6	I
<i>At least 6 CFU between</i>				
Bayesian Statistics	SECS-S/01	D	6	II
Software Development Methods	ING-INF/05	C	6	I
Deep Learning	INF/01	D	6	II
Advanced Topics in Machine Learning	INF/01	D	6	?



ALLEGATO C: OBIETTIVI FORMATIVI

CORSI CARATTERIZZANTI PER ENTRAMBI I CURRICULA

ING-INF/05 - Advanced Programming and Algorithmic Design - 12 CFU

Obiettivo: fornire conoscenze avanzate sia teoriche che pratiche di programmazione in C/C++ e Python, con particolare riguardo ai principi della programmazione ad oggetti e a best practices di sviluppo software (uso avanzato di un version control system, continuous integration, unit testing), ed introdurre alla moderna tecnologia di sviluppo di algoritmi, ed in particolare agli algoritmi paralleli.

ING-INF/05 - Foundations of High Performance Computing - 9 CFU

Obiettivo: introdurre lo studente alle moderne architetture per il calcolo ad alte prestazioni. Imparare a testare correttamente tali architetture (potenza di calcolo, bandwidth, latency, efficienza energetica). Sfruttando tali competenze, lo studente sarà introdotto alla programmazione parallela, basata sui protocolli MPI (Message Passing Interface) e multi-threading con OpenMP.

ING-INF/05 - Introduction to Machine Learning - 6 CFU

Obiettivo: introdurre lo studente ai principi del machine learning, alle principali tecniche di apprendimento supervisionato, ai principali domini applicativi; introdurre il calcolo evolutivo. Lo studente sarà in grado di progettare, sviluppare e valutare un semplice sistema end-to-end basato su ML e di descriverne il funzionamento.

SECS-S/01 Statistical Methods for Data Science - 6 CFU TAF C per tutti i curricula

Obiettivo: presentare gli elementi fondamentali della statistica inferenziale ed i principi e alcune tecniche statistiche per l'analisi di dati complessi.

MAT/08 - Numerical Analysis - 6 CFU

Obiettivo: fornire strumenti di analisi numerica per il calcolo scientifico, con particolare attenzione all'algebra lineare, approssimazione polinomiale, integrazione numerica, soluzione numerica di equazioni differenziali ordinarie e equazioni alle derivate parziali, approssimazione di autovalori ed autovettori.

INF/01 - Probabilistic Machine Learning - 6 CFU

Obiettivo: presentare tecniche avanzate di machine learning, con particolare attenzione a metodi Bayesiani e di deep learning.

CORSI CARATTERIZZANTI PER UN CURRICULUM ED AFFINI PER L'ALTRO

INF/01 - Stochastic Modelling and Simulation - 6 CFU

Obiettivo: introdurre lo studente ai fondamenti ed alla pratica della modellizzazione stocastica, alla simulazione di modelli stocastici ed all'inferenza di parametri partendo da osservazioni, con particolare attenzione alla scalabilità per grandi modelli.

SECS-S/01 - Statistical Learning for Data Science- 6 CFU

Obiettivo: introdurre lo studente ai principi dell'apprendimento dai dati basato sulla statistica, ossia del trattamento scientifico dei dati al fine di produrre nuova e riproducibile conoscenza. Alcune delle principali tecniche di apprendimento statistico supervisionato e non supervisionato sono presentate.

MAT/08 - Advanced Numerical Analysis - 6 CFU

Obiettivo: introdurre lo studente a metodi allo stato dell'arte per la simulazione numerica di equazioni differenziali alle derivate parziali.



MAT/09 - Mathematical Optimisation - 6 CFU

Obiettivo: fornire allo studente le conoscenze metodologiche, teoriche ed applicative per formulare modelli di programmazione lineare e di ottimizzazione combinatoria e risolverli, anche per problemi ad elevata dimensionalità, utilizzando degli appositi software di ottimizzazione.

INF/01 - Data Management for Big Data - 9 CFU

Obiettivo: introdurre lo studente alla gestione informatica dei dati, in particolare alla caratterizzazione di un sistema informativo, alla modellizzazione dei dati, alla progettazione e gestione di basi di dati, anche non tradizionali (ad esempio, documenti non strutturati, dati spaziali, dati biologici, dati multimediali), alle basi di dati distribuite e alle metodologie e tecniche per la gestione e l'analisi di big data.

INF/01 - Deep Learning - 6 CFU

Obiettivo: introdurre le principali tecniche ed applicazioni delle reti neurali deep.

CORSI AFFINI PER ALMENO UN CURRICULUM

INF/01 - Reinforcement Learning - 6 CFU

Obiettivo: Introdurre i concetti e le tecniche principali di Reinforcement Learning.

ING-INF/04 - Computer Vision and Pattern Recognition - 6 CFU

Obiettivo: introdurre a tecniche di machine learning per la visione artificiale ed il riconoscimento di pattern in dati sequenziali.

ING-INF/05 - Natural Language Processing - 6 CFU

Obiettivo: introdurre alle moderne tecniche computazionali e di machine learning per l'analisi del linguaggio naturale.

INF/01 - Advanced Algorithms for Data Science - 6 CFU

Obiettivo: introduzione alle principali tecniche per il disegno di algoritmi e strutture dati in grado di manipolare stringhe, alberi e grafi di grandi dimensioni. Tecniche di compressione e randomizzazione.

SECS-S/01 - Bayesian Statistics - 6 CFU

Obiettivo: introdurre tecniche di analisi ed inferenza statistica Bayesiana

SECS-S/01 - Statistical Analysis of Networks - 6 CFU

Obiettivo: presentare tecniche di analisi statistica per social networks ed altri reti sociali ed economiche.

INF/01 - Bioinformatics and Genomic Data Analytics - 9 CFU

Obiettivo: introdurre i principali metodi algoritmici per la memorizzazione, la compressione e l'analisi di grandi quantità di dati biologici, con particolare enfasi sul trattamento dati di sequenziamento prodotti con tecnologie di ultima generazione. Presentare metodiche e tecniche di analisi statistica e computazionale in genomica.

INF/01 - Cyber-Physical Systems - 6 CFU

Obiettivo: introdurre i sistemi cyber-fisici, con particolare riguardo alla loro modellizzazione mediante modelli ibridi e alla verifica formale di proprietà.

MED/01 - Health Data Analytics - 6 CFU

Obiettivo: introdurre tecniche statistiche e computazionali avanzate per l'analisi di dati clinici.



ING-INF/05 - Software Development Methods - 6 CFU

Obiettivo: introdurre a concetti e tecniche per lo sviluppo collaborativo di grandi e complessi sistemi software per applicazioni industriali, tra cui Java, ciclo di sviluppo software, best practices nello sviluppo software come test di codice, versioning, e design patterns.

INF/01 - Information Theory - 6 CFU

Obiettivo: introdurre gli studenti alla teoria dell'informazione classica e ai suoi fondamenti probabilistici, ed alla teoria dell'informazione algoritmica.

INF/01 - Information Retrieval and Data Visualization - 6 CFU

Obiettivo: presentare gli aspetti concettualmente più importanti dei sistemi di Information Retrieval e i principi e le tecniche di visualizzazione dei dati.

INF/01 - Advanced Data Management and Curation - 6 CFU

Obiettivo: fornire agli studenti metodologie avanzate di gestione, pulizia e preparazione del dato.

ING-INF/05 - Parallel Programming for HPC - 6 CFU

Obiettivo: Introdurre tecniche avanzate di programmazione parallela per HPC.

(da qui in avanti: mutuati)

GEO/10 - Geophysics Analytics

Obiettivo: introdurre gli studenti ai dati, ai modelli, e alle metodologie della geofisica, e alle applicazioni di data science a questo ambito.

GEO/10 - Earth Sciences Analytics

Obiettivo: introdurre gli studenti ai dati, ai modelli, e alle metodologie delle scienze della terra, e alle applicazioni di data science a questo ambito.

FIS/02 - Introduction to Quantum Mechanics and Quantum Computing - 6 CFU

Obiettivo: introdurre gli studenti ai principi della meccanica quantistica, dal punto di vista del processamento dell'informazione, con particolare riferimento al concetto di qubit e alla sua rappresentazione matematica e alle misurazioni statistiche. Introduzione agli algoritmi quantistici. Introduzione ai sistemi quantistici aperti e loro applicazioni agli aspetti computazionali.

FIS/02 - Introduction to Quantum Information Theory - 6 CFU

Obiettivo: introdurre gli studenti, attraverso teoria ed esempi, a come le correlazioni quantistiche modifichino i paradigmi della teoria dell'informazione, della computazione e del machine learning classici.

ING-INF/04 - Control Theory - 6 CFU

Obiettivo: fornire i fondamenti dell'approccio moderno al controllo dei sistemi dinamici con particolare riferimento al trattamento dell'incertezza, strutturata e non. Conoscere i principali strumenti e metodi di analisi e sintesi di sistemi di controllo multiple input multiple output.

ICAR/01 - Fluid Dynamics - 6 CFU

Obiettivo: introdurre i principi fisici e matematici della fluido dinamica

ICAR/01 - Physics and Modelling of Turbulent Flows- 6 CFU

Obiettivo: introdurre lo studente alla dinamica dei processi altamente non-lineari (turbolenza) in fluidodinamica e alle tecniche computazionali utilizzate



FIS/05 - Galaxy Astrophysics - 6 CFU

Obiettivo: fornire un quadro d'insieme, nell'ambito dell'astronomia moderna, dei vari oggetti cosmici e dare i principi di base necessari per la determinazione delle quantità fisiche fondamentali di questi oggetti.

ING-INF/04 - Identification and Estimation of Systems - 6 CFU

Obiettivo: Fornire elementi avanzati di teoria dei sistemi dinamici sia a tempo continuo che a tempo discreto e tecniche moderne per il progetto di sistemi di controllo complessi con particolare riferimento a contesti applicativi di interesse ingegneristico in ambito industriale.

FIS/01 - Computational Physics Laboratory - 6 CFU

Obiettivo: fornire algoritmi numerici e strumenti fondamentali per la risoluzione di problemi della fisica classica e problemi semplici di fisica quantistica.

CHIM/02 - Computational Quantum Chemistry - 6 CFU

Obiettivo: fornire la conoscenza dei più importanti formalismi teorici utilizzati in chimica quantistica e dei principali metodi computazionali, algoritmi e implementazioni numeriche nel campo della chimica quantistica.

ING-IND/24 - Molecular Simulation - 6 CFU

Obiettivo: introdurre le tecniche computazionali usate in modellistica e simulazione molecolare, ed illustrare come queste tecniche possano essere impiegate per descrivere e/o predire fenomeni chimici, fisici e biologici.

FIS/05 - Formation of Cosmological Large-Scale Structures - 6 CFU

Obiettivo: fornire una conoscenza approfondita ed aggiornata delle problematiche di cosmologia legate allo studio della formazione di galassie, ammassi di galassie e della struttura su grande scala dell'Universo nell'ambito dei modelli cosmologici correnti, mediante l'apprendimento di tecniche analitiche, numeriche e statistiche di evoluzione delle perturbazioni in regime lineare e non lineare.

INF/01 - Network Science - 6 CFU

Obiettivo: presentare la storia, i concetti e la matematica moderna della scienza delle reti.



CORSI A SCELTA

ICAR/05 - Digital Transportation - 6 CFU

Obiettivo: introdurre alle principali tecnologie digitali e di data science nella logistica dei trasporti.

ING-INF/05 - Open Data Management and the Cloud - 6 CFU

Obiettivo: fornire agli studenti informazioni pratiche su come progettare data models e strutture dati e gestire metadati per ottimizzare l'accesso e la ricerca, e familiarizzare con gli standard di interoperabilità. Il corso si focalizzerà sul concetto di open data, sull'efficienza per progetti con big data, e sul concetto di cloud come infrastruttura per la gestione dei dati e dei loro processi.

INF/01 - Global and Multi-Objective Optimization - 6 CFU

Obiettivo: fornire agli studenti conoscenza su algoritmi di ottimizzazione globali di tipo evolutivo e più in generale meta-euristico, anche in ambito multi-obiettivo.

INF/01 - Advanced Topics in Machine Learning - 6 CFU

Obiettivo: presentare concetti e metodi avanzati di machine learning

SECS-S/01 - Data Science for Insurance - 6 CFU

Obiettivo: Fornire competenza sulle metodologie e le prassi per l'uso di data science in ambito assicurativo.

(da qui in avanti: mutuati)

MAT/06 - Advanced Probability - 6 CFU

Obiettivo: introdurre concetti avanzati di teoria delle probabilità.

ING-INF/06 - Management of Health Data - 6 CFU

Obiettivo: fornire competenze per la gestione dei dati clinici e biomedici, a partire dalla cartella clinica informatizzata, attraverso le metodologie dell'informatica sanitaria e della modellazione dei processi.

CHIM/02 - Statistical Mechanics - 6 CFU

Obiettivo: fornire metodi e risultati elementari della Meccanica Statistica di equilibrio.

FIS/05 - Radiative Processes in Astrophysics - 6 CFU

Obiettivo: fornire elementi di fisica degli interni stellari e dei processi radiativi importanti in astrofisica.

FIS/03 - Numerical Methods in Quantum Mechanics - 6 CFU

Obiettivo: fornire un'introduzione ai metodi e tecniche numeriche utili per la risoluzione numerica di problemi quantomeccanici, specialmente in fisica atomica e della materia condensata, con un approccio pratico.

FIS/03 - Simulation of Multibody Systems - 6 CFU

Obiettivo: fornire capacità di comprendere il funzionamento e la struttura interna di un programma di dinamica molecolare, scrivere codice per la dinamica molecolare e lanciare simulazioni ed analizzare l'output



ALLEGATO D: EQUIVALENZA DEI CERTIFICATI DI CONOSCENZA DELLA LINGUA INGLESE

LIVELLO MINIMO RICHIESTO = B2

Examinations Board / Examinations	Common European Framework of Reference for Languages (CEFR)		
	B2	C1	C2
Cambridge English Language Assessment (Cambridge ESOL Examinations)	FCE First Certificate in English	CAE Certificate in Advanced English	CPE Certificate of Proficiency in English
	BEC Business English Certificate Vantage	BEC Business English Certificate Higher	
	BULATS Business Language Testing Service	BULATS Business Language Testing Service	BULATS Business Language Testing Service
	Upper Intermediate 60 - 74	Advanced 75 - 89	Upper Advanced 90 - 100
IELTS (International English Language Testing)	5.5 - 6.5	7.0 - 8.0	9.0
City & Guilds (Pitman)	ESOL Communicat	ESOL Expert	ESOL Master
Trinity College London	ISE II ISE II Ca' Foscari	ISE III ISE III Ca' Foscari	ISE IV
	Grades 8 - 10	Grade 11	Grade 12
ETS - TOEFL (Test of English as a Foreign Language)	iBT 87 - 109	iBT 110 - 120	
	PBT 507 - 557	PBT 560 - 617	PBT 620 - 677
Oxford University Press Oxford Test of English B	score 111-140		



ETS - TOEIC (Test of English for International Communication)	Listening 400- 489 Reading 385-454 Speaking 160-199 Writing 150-	Listening 490 Reading 455 Speaking 200 Writing 200	
Pearson Tests of English	PTE General 199 Level 3	PTE General Level 4	PTE General Level 5
	PTE Academic 59 - 75	PTE Academic 76 - 84	PTE Academic 85
LCCI International	JETSE T Level 5	JETSE T Level 6	JETSE T Level 7
	English for Business Level 3	English for Business Level 4	
Qualifications - EDI	ELSA Advanced High 413 - 441	ELSA Superior 442 - 457	ELSA 458 - 500
British Institutes	B2 vantage: First examination	C1 proficiency: English Diploma Operational	C2 mastery: Master in English Language