



ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO

**LM-40 MATEMATICA**

Sede di Bologna

## **INDICE**

---

**Art. 1 Requisiti per l'accesso al corso**

**Art. 2 Regole di mobilità fra i curricula del Corso di Studio**

**Art. 3 Piani di studio individuali**

**Art. 4 Modalità di svolgimento di ciascuna attività formativa e tipologia delle forme didattiche**

**Art. 5 Percorso flessibile**

**Art. 6 Prove di verifica delle attività formative**

**Art. 7 Attività formative autonomamente scelte dallo studente**

**Art. 8 Criteri di riconoscimento dei crediti acquisiti in Corsi di Studio della stessa classe**

**Art. 9 Criteri di riconoscimento dei crediti acquisiti in Corsi di Studio di diversa classe, presso università telematiche e in Università estere**

**Art. 10 Criteri di riconoscimento delle conoscenze e abilità extrauniversitarie**

**Art. 11 Tirocinio finalizzato alla preparazione della prova finale o collegato ad un progetto formativo**

**Art. 12 Tirocinio Curriculare**

**Art. 13 Modalità di svolgimento della prova finale**

---

## **Art. 1 Requisiti per l'accesso al corso**

### **Conoscenze richieste per l'accesso**

Per essere ammessi al corso di laurea magistrale in Matematica occorre essere in possesso di una laurea o del diploma universitario di durata triennale, ovvero di altro titolo di studio conseguito all'estero, riconosciuto idoneo.

Occorre, altresì, il possesso di requisiti curriculari e il superamento di una verifica dell'adeguatezza della personale preparazione.

### **Requisiti curriculari**

Il candidato dovrà possedere almeno uno dei seguenti requisiti (1) o (2)

(1) Avere conseguito la Laurea in una delle seguenti classi: L-35 Scienze matematiche, L-30 Scienze e tecnologie fisiche o di altro titolo di studio conseguito all'estero, riconosciuto idoneo. Saranno inoltre ammessi i titoli di studio di previgenti ordinamenti dichiarati equipollenti dalla normativa vigente.

(2) Possedere:

· 12 cfu in uno o più dei seguenti settori scientifico-disciplinari: FIS/01, FIS/02, FIS/03, FIS/04, FIS/05, FIS/06, FIS/07, FIS/08, INF/01, ING-INF/05, almeno 6 dei quali nei settori FIS/01-FIS/08

· 48 cfu in uno o più dei seguenti settori scientifico-disciplinari: MAT/01, MAT/02, MAT/03, MAT/04, MAT/06, MAT/07, MAT/08, MAT/09

### **Verifica dell'adeguatezza della personale preparazione**

In presenza dei requisiti curriculari di cui sopra, l'ammissione al corso di laurea magistrale è subordinata al superamento di una verifica dell'adeguatezza della personale preparazione che avverrà secondo le modalità definite nel successivo paragrafo "Modalità di ammissione".

È richiesta, inoltre, la conoscenza della lingua inglese di livello B2 del Quadro comune europeo di riferimento per la conoscenza delle lingue.

### **Modalità di ammissione**

Gli studenti in possesso di un titolo di laurea di primo livello si potranno candidare utilizzando l'applicativo di Ateneo. Saranno verificati i requisiti curriculari e, laddove soddisfatti tali requisiti, verrà valutata la personale preparazione.

### **Criteri di verifica dell'adeguatezza della personale preparazione**

La verifica della personale preparazione verrà effettuata attraverso un colloquio individuale volto a valutare le conoscenze pregresse del candidato.

Saranno esonerati dal colloquio, e quindi ammessi automaticamente al corso di studio, i laureati con voto di laurea maggiore o uguale a 90/110, in una delle seguenti classi: L-35 Scienze matematiche, L-30 Scienze e tecnologie fisiche, previgenti ordinamenti dichiarati equipollenti dalla normativa vigente o di altro titolo di studio conseguito all'estero, riconosciuto idoneo.

Per tutti gli altri candidati, l'ammissione al Corso di laurea magistrale è subordinata alla valutazione positiva delle conoscenze e competenze a livello universitario di matematica e fisica e informatica del candidato da parte di una apposita Commissione. Tale Commissione convocherà il candidato per un colloquio secondo le modalità, i criteri e le procedure fissate dal Consiglio di corso di studio e rese note tramite pubblicazione sul portale di Ateneo.

Dal colloquio si dovrà evincere che lo studente sia in grado di padroneggiare gli argomenti elencati in un Sillabo predisposto dal Consiglio di Corso di Studio e pubblicato nel sito del Corso.

### **Verifica della conoscenza della lingua inglese**

Per l'accesso al corso di studio è richiesta la conoscenza della lingua inglese di livello B2 del Quadro comune europeo di riferimento per la conoscenza delle lingue. Sul sito del Corso di Studio sono descritte le modalità di verifica di tale requisito.

### **Art. 2 Regole di mobilità fra i curricula del Corso di Studio**

Il corso di studio è articolato in curricula.

Lo studente può effettuare le scelte indicate nel piano didattico, con le modalità indicate nel piano stesso e nei termini resi noti tramite il Portale di Ateneo.

È consentito il passaggio tra i curricula previsti entro i termini resi noti tramite il Portale di Ateneo.

### **Art. 3 Piani di studio individuali**

È prevista la possibilità di presentazione di piani di studio individuali con le modalità, i criteri e i termini resi noti tramite il Portale di Ateneo.

I piani di studio individuali, approvati dal Consiglio di corso di studi, non possono comunque prescindere dal rispetto dell'ordinamento e delle linee guida definite dagli Organi competenti.

Qualora il piano di studio preveda la scelta di attività formative attivate presso corsi di studio a numero programmato, l'ammissione alle stesse deve essere previamente approvata anche dal Consiglio di corso di studio a numero programmato sulla base di criteri da questo preventivamente individuati.

### **Art. 4 Modalità di svolgimento di ciascuna attività formativa e tipologia delle forme didattiche**

Il piano didattico allegato indica le modalità di svolgimento di ciascuna attività formativa e la relativa suddivisione in ore di didattica frontale, di esercitazioni pratiche o di tirocinio, nonché la tipologia delle forme didattiche.

Eventuali ulteriori informazioni ad esse relative saranno rese note annualmente sul Portale di Ateneo.

### **Art. 5 Percorso flessibile**

Lo studente può optare per il percorso flessibile che consente di completare il corso di studio in un tempo superiore o inferiore alla durata normale (3 anni per le Lauree e 2 anni per le Lauree Magistrali) secondo le modalità definite nel Regolamento Didattico di Ateneo.

Le attività formative previste dal percorso di studio, in caso di necessaria disattivazione, potranno essere sostituite, per garantire la qualità e la sostenibilità dell'offerta didattica.

#### **Art. 6 Prove di verifica delle attività formative**

Il piano didattico allegato prevede i casi in cui le attività formative si concludono con un esame con votazione in trentesimi ovvero con un giudizio di idoneità.

Le modalità di svolgimento delle verifiche (forma orale, scritta o pratica ed eventuali loro combinazioni; verifiche individuali ovvero di gruppo) sono stabilite annualmente dal Corso di Studio in sede di presentazione della programmazione didattica e rese note agli studenti prima dell'inizio delle lezioni tramite il Portale di Ateneo.

#### **Art. 7 Attività formative autonomamente scelte dallo studente**

Lo studente può indicare come attività formative autonomamente scelte dallo studente una o più attività formative:

- tra quelle individuate dal Consiglio di Corso di studio e previste nell'allegato piano didattico

Se lo studente intende sostenere un esame relativo ad una attività non prevista tra quelle individuate dal Consiglio di Corso di studio, deve fare richiesta al Consiglio di Corso nei termini previsti annualmente e resi noti tramite pubblicazione sul Portale di Ateneo.

Il Consiglio valuterà la coerenza della scelta con il percorso formativo dello studente.

#### **Art. 8 Criteri di riconoscimento dei crediti acquisiti in Corsi di Studio della stessa classe**

I crediti formativi universitari acquisiti sono riconosciuti fino a concorrenza dei crediti dello stesso settore scientifico disciplinare previsti dall'ordinamento didattico del corso di studio, nel rispetto dei relativi ambiti scientifico disciplinari e della tipologia delle attività formative.

Qualora, effettuati i riconoscimenti in base alle norme del presente regolamento, residuino crediti non utilizzati, il Consiglio di Corso di studio può riconoscerli valutando il caso concreto sulla base delle affinità didattiche e culturali.

#### **Art. 9 Criteri di riconoscimento dei crediti acquisiti in Corsi di Studio di diversa classe, presso università telematiche e in Università estere**

I crediti formativi universitari acquisiti sono riconosciuti dal Consiglio di Corso di studio sulla base dei seguenti criteri:

- analisi del programma svolto
- valutazione della congruità dei settori scientifico disciplinari e dei contenuti delle attività formative in cui lo studente ha maturato i crediti con gli obiettivi formativi specifici del corso di studio e delle singole attività formative da riconoscere, perseguendo comunque la finalità di mobilità degli studenti.

Il riconoscimento è effettuato fino a concorrenza dei crediti formativi universitari previsti dall'ordinamento didattico del corso di studio, nel rispetto dei relativi ambiti scientifico disciplinari e della tipologia delle attività formative.

Qualora, effettuati i riconoscimenti in base alle norme del presente regolamento, residuino crediti non utilizzati, il Consiglio di Corso di studio può riconoscerli valutando il caso concreto sulla base delle affinità didattiche e culturali.

#### **Art. 10 Criteri di riconoscimento delle conoscenze e abilità extrauniversitarie**

Possono essere riconosciute competenze acquisite fuori dall'Università nei seguenti casi:

- conoscenze e abilità professionali certificate ai sensi della normativa vigente in materia;
- conoscenze e abilità maturate in attività formative di livello post secondario alla cui realizzazione e progettazione abbia concorso l'Università.

La richiesta di riconoscimento sarà valutata dal Consiglio di Corso di studio tenendo conto delle indicazioni date dagli Organi Accademici e del numero massimo di crediti riconoscibili fissato nell'ordinamento didattico del corso di studio.

Il riconoscimento potrà avvenire qualora l'attività sia coerente con gli obiettivi formativi specifici del corso di studio e delle attività formative che si riconoscono, visti anche il contenuto e la durata in ore dell'attività svolta.

#### **Art. 11 Tirocinio finalizzato alla preparazione della prova finale o collegato ad un progetto formativo**

Il Corso di Studio, su richiesta dello studente, può consentire, con le procedure stabilite dal Regolamento generale di Ateneo per lo svolgimento dei tirocini o dai programmi internazionali di mobilità per tirocinio, e in conformità alle norme dell'Unione Europea, lo svolgimento di un tirocinio finalizzato alla preparazione della prova finale o comunque collegato ad un progetto formativo mirato ad affinare il suo processo di apprendimento e formazione.

Tali esperienze formative della durata massima di 12 mesi, che dovranno concludersi entro la data del conseguimento del titolo di studio, potranno essere svolte prevedendo l'attribuzione di crediti formativi:

- nell'ambito di quelli attribuiti alla prova finale;
- per attività di tirocinio previsto dal piano didattico;
- per attività a scelta dello studente configurabili anche come tirocinio;

- per attività aggiuntive i cui crediti risultino oltre il numero previsto per il conseguimento del titolo di studio.

### **Art. 12 Tirocino curriculare**

Il Corso di Studio prevede un tirocinio curriculare da svolgersi secondo le modalità riportate annualmente sul sito del Corso di Studio.

Il tirocinio deve essere attivato con le procedure stabilite dal Regolamento generale di Ateneo per lo svolgimento dei tirocini o dai programmi internazionali di mobilità per tirocinio, e in conformità alle norme dell'Unione Europea finalizzato ad un progetto formativo mirato ad affinare il suo processo di apprendimento e formazione.

### **Art. 13 Modalità di svolgimento della prova finale**

#### **Caratteristiche della Prova finale**

La prova finale per il conseguimento della laurea magistrale consiste nella redazione e nella discussione pubblica di una tesi scritta ed elaborata in modo originale dallo studente su un argomento coerente con gli obiettivi del corso di studio, sotto la guida di un relatore.

Alle attività formative relative alla preparazione della prova finale, per il conseguimento del titolo, si possono aggiungere crediti destinati all'attività di tirocinio effettuati anche in preparazione della prova finale. Durante tale tirocinio quindi, lo studente, oltre ad acquisire competenze pratiche utili per il mondo del lavoro, si orienterà nella scelta dell'argomento che sarà oggetto dell'elaborato finale.

La dissertazione deve dimostrare la padronanza degli argomenti, capacità critica, l'attitudine a operare in modo autonomo e una capacità di comunicazione di buon livello.

#### **Modalità di svolgimento della prova finale**

La prova finale consiste nella verifica della capacità del laureando di lavorare in modo autonomo e di esporre e di discutere con chiarezza e piena padronanza i risultati di un progetto che verranno esposti in un elaborato scritto, di natura teorica o applicativa, su un tema specifico, sotto la supervisione di un docente del Corso di Laurea nel ruolo di relatore.

A completamento del suo percorso di studi, lo studente concorda con un docente relatore un progetto scientifico che può riguardare un approfondimento nell'ambito teorico, divulgativo o applicativo. L'attività di preparazione della prova finale può essere svolta presso un gruppo di ricerca dell'Università di Bologna oppure, sotto la guida di un tutore, presso un'università o un ente nazionale o internazionale, o anche presso un'azienda privata sia italiana che estera.

La preparazione della tesi può essere completata attraverso un'attività di stage o tirocinio in azienda o all'estero.

Il candidato dovrà consegnare un elaborato scritto in lingua italiana o inglese preparato sotto la supervisione del relatore.

L'elaborato dovrà inquadrare adeguatamente il problema esaminato nel contesto delle tematiche attuali in ambito nazionale e/o internazionale nonché esporre i risultati da lui raggiunti.

Ogni candidato deve preparare una presentazione sintetica del proprio lavoro di tesi da esporre oralmente ad un'apposita commissione (Commissione di Laurea), formata da almeno 3 docenti del corso di laurea.

Il candidato può utilizzare a supporto sia diapositive (da proiettare) sia la lavagna.

La valutazione della prova finale sarà svolta dalla Commissione di Laurea, che valuterà il percorso del candidato nel suo complesso.

La valutazione della commissione è espressa in centodecimi (110). In caso di valutazione positiva, la prova s'intende superata con una votazione minima di 66/110 e massima di 110/110.

I criteri per la valutazione della tesi sono:

- originalità dell'argomento
- correttezza metodologica
- livello di approfondimento
- adeguatezza della scrittura e redazione dell'elaborato
- capacità espositiva e di presentazione dell'elaborato.

La Commissione stabilirà il voto finale calcolando la media pesata dei voti in base 110 (i 30 e lode pesano allo stesso modo dei 30) e assegnando al candidato massimo 4 punti su proposta del relatore.

Nel caso in cui il relatore ritenga di richiedere 5 o 6 punti sarà necessario il parere di un controrelatore.

Il controrelatore è individuato dal Coordinatore su una rosa di due proposte del relatore.

La lode può essere assegnata soltanto quando lo studente si presenta alla discussione con una media non inferiore a 106/110.

\*\*\*

La Commissione Paritetica docenti-studenti ha espresso parere favorevole sulla coerenza dei crediti assegnati alle singole attività formative e gli specifici obiettivi formativi programmati, ai sensi dell'articolo 12 comma 3 del DM 270/04.



ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

[www.unibo.it](http://www.unibo.it)

**Anno Accademico** 2025/2026  
**Scuola** Scienze  
**Classe** LM-40 R-MATEMATICA  
**Corso** 6730-MATEMATICA  
**Curriculum:** CURRICULUM GENERALE (399)

### Primo Anno di Corso

#### Gruppo: Insegnamenti obbligatori

**TAF:** Ambito:

**Cfu min:** Cfu max:

Note:

| Attività formativa  | TIP | SSD    | TAF | CFU | ORE F/E/L/N | FREQ. | VER. |
|---|-----|--------|-----|-----|-------------|-------|------|
| 6730 000 000 97474 - 0 - ANALISI SUPERIORE E GEOMETRIA DIFFERENZIALE  |     |        |     | 12  |             |       | Voto |
| Modulo integrato: 00020 - ANALISI SUPERIORE   |     | MAT/05 |     | 6   | 40/12/0/0   | No    |      |
| Ambito: 1213 - Formazione teorica avanzata  |     |        | B   |     |             |       |      |
| Obiettivi: Al termine del corso gli studenti hanno una conoscenza della moderna teoria delle distribuzioni e della trasformata di Fourier. Questi sono strumenti basilari per comprendere la moderna teoria delle Equazioni alle derivate parziali.   |     |        |     |     |             |       |      |
| Modulo integrato: 00474 - GEOMETRIA DIFFERENZIALE   |     | MAT/03 |     | 6   | 40/12/0/0   | No    |      |
| Ambito: 1213 - Formazione teorica avanzata  |     |        | B   |     |             |       |      |
| Obiettivi: Al termine del corso, lo studente acquisisce conoscenze di carattere avanzato sulle varietà lisce e sul calcolo differenziale con particolare riguardo alla coomologia di de Rham e alla teoria di Morse. È in grado di applicare le nozioni acquisite per la risoluzione di problemi e la costruzione di dimostrazioni. |     |        |     |     |             |       |      |

#### Gruppo: LISTA 1a - Insegnamenti di ambito teorico avanzato

**TAF: B** Ambito: 1213 - Formazione teorica avanzata

**Cfu min:** 6 **Cfu max:** 6

Note: Lo studente deve scegliere un insegnamento fra i 3 proposti. Qualora volesse inserire nel piano di studi anche gli altri insegnamenti, lo potrà fare nell'ambito degli esami opzionali.

| Attività formativa | TIP | SSD | TAF | CFU | ORE F/E/L/N | FREQ. | VER. |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|-------------|-------|------|
|--------------------|-----|-----|-----|-----|-------------|-------|------|

|  |        |   |           |    |      |
|--|--------|---|-----------|----|------|
| 6730 000 000 06689 - 0 - ALGEBRA COMMUTATIVA   | MAT/02 | 6 | 40/12/0/0 | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1213 - Formazione teorica avanzata  |        |   |           |    | B    |
| Obiettivi: Al termine del corso lo studente acquisisce i fondamenti della teoria dei moduli finitamente generati, sa riconoscere moduli iniettivi e proiettivi e ha appreso gli elementi basilari relativi alla localizzazione di anelli e moduli. Egli è in grado di applicare le nozioni acquisite per la risoluzione di problemi e la costruzione di dimostrazioni. |        |   |           |    |      |
| 6730 000 000 96729 - 0 - ANALISI SUPERIORE E EDP   | MAT/05 | 6 | 40/12/0/0 | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1213 - Formazione teorica avanzata  |        |   |           |    | B    |
| Obiettivi: Al termine del corso gli studenti hanno una conoscenza, a livello introduttivo, della teoria delle Equazioni alle derivate parziali in ambito distribuzionale o nell'ambito delle soluzioni deboli (spazi funzionali).  |        |   |           |    |      |
| 6730 000 000 B9050 - 0 - VARIETA' COMPLESSE  | MAT/03 | 6 | 40/12/0/0 | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1213 - Formazione teorica avanzata  |        |   |           |    | B    |
| Obiettivi: Al termine del corso lo studente acquisisce i fondamenti della teoria delle varietà complesse, delle forme olomorfe e della teoria di Hodge. È in grado di applicare le nozioni acquisite per la risoluzione di problemi e la costruzione di dimostrazioni.   |        |   |           |    |      |
| Obiettivi inglese: At the end of the course, the student will have acquired the fundamentals of the theory of complex manifolds, holomorphic forms, and Hodge theory. They will be able to apply the acquired concepts to solve problems and construct proofs.   |        |   |           |    |      |

**Gruppo: LISTA 1b - Insegnamenti di ambito modellistico-applicativo****TAF: B Ambito: 188 - Formazione modellistico-applicativa****Cfu min: 18 Cfu max: 18**

Note: Lo studente deve scegliere 3 fra gli insegnamenti proposti. Qualora lo studente volesse inserire nel proprio piano anche gli altri insegnamenti, lo potrà fare nell'ambito degli insegnamenti opzionali.

| Attività formativa   | TIP | SSD    | TAF | CFU | ORE F/E/L/N | FREQ. | VER. |
|--|-----|--------|-----|-----|-------------|-------|------|
| 6730 000 000 04524 - 0 - ANALISI NUMERICA  |     | MAT/08 |     | 6   | 40/0/15/0   | No    | Voto |
| <b>Ambito:</b> 188 - Formazione modellistico-applicativa   |     |        |     |     |             |       | B    |
| Obiettivi: Al termine del corso lo studente conosce approfonditamente le proprietà teoriche e computazionali dei principali metodi numerici per le equazioni differenziali ordinarie ai dati iniziali, e di alcuni metodi numerici avanzati per problemi alle derivate parziali. In particolare, lo studente è in grado di analizzare le proprietà teoriche dei metodi numerici e di valutare criticamente i risultati ottenuti.     |     |        |     |     |             |       |      |
| Obiettivi inglese: At the end of the course, students thoroughly know the theoretical and computational properties of the principal numerical methods for initial value ordinary differential equations, and of some advanced numerical methods for partial differential equations. In particular, students are able to analyze the theoretical properties of numerical methods and to critically examine the computational results. |     |        |     |     |             |       |      |
| 6730 000 000 B0324 - 0 - EQUAZIONI DIFFERENZIALI STOCASTICHE I   |     | MAT/06 |     | 6   | 40/12/0/0   | No    | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attività formative affini o integrative  |     |        |     |     |             |       | B    |
| Obiettivi: Al termine del corso, lo studente conosce il calcolo stocastico secondo Itô, i fondamenti della teoria delle equazioni differenziali stocastiche e i legami con la teoria delle equazioni alle derivate parziali di tipo ellittico o parabolico. È in grado di condurre autonomamente lo studio di discipline matematiche pure e applicate che richiedano la conoscenza di strumenti di analisi stocastica.               |     |        |     |     |             |       |      |
| 6730 000 000 00695 - 0 - MECCANICA STATISTICA  |     | MAT/07 |     | 6   | 40/0/15/0   | No    | Voto |
| <b>Ambito:</b> 188 - Formazione modellistico-applicativa   |     |        |     |     |             |       | B    |
| Obiettivi: Al termine del corso lo studente è familiare con le nozioni fondamentali della meccanica statistica quali il concetto di equilibrio come opportuna misura di probabilità. E' capace di affrontare in modo indipendente i temi di frontiera, sia teorici che applicati, attraverso lo studio di lavori di ricerca della disciplina.  |     |        |     |     |             |       |      |
| Obiettivi inglese: At the end of the course the student is acquainted with the basic notions of statistical mechanics like, for instance, the concept of equilibrium probability measure. He is able to deal with the study of new scientific results, theoretical and applied, where statistical mechanics is involved.   |     |        |     |     |             |       |      |

|   |        |   |           |    |      |
|---|--------|---|-----------|----|------|
| 6730 000 000 B9077 - 0 - METODI AVANZATI DI ANALISI NUMERICA  | MAT/08 | 6 | 40/0/15/0 | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 188 - Formazione modellistico-applicativa  | B      |   |           |    |      |
| Obiettivi: Al termine del corso lo studente possiede nozioni avanzate di analisi numerica. In particolare, per una vasta classe di problemi che emergono nelle applicazioni. Inoltre è in grado di derivare metodi numerici e analizzarne le proprietà teoriche e computazionali.   |        |   |           |    |      |
| 6730 000 000 76300 - 0 - METODI MATEMATICI PER LA MECCANICA DEI CONTINUI  | MAT/07 | 6 | 40/12/0/0 | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 188 - Formazione modellistico-applicativa  | B      |   |           |    |      |
| Obiettivi: Il corso è focalizzato sui principali aspetti matematici della Meccanica dei Continui, con molte applicazioni a situazioni del mondo reale, in ambito biomedico, fisico e astrofisico. Durante il corso gli studenti si rendono conto dell'importanza strategica delle EDP per la costruzione di modelli matematici, e imparano diverse tecniche analitiche per affrontarne qualitativamente lo studio. Al termine gli studenti sanno adoperare queste nozioni in modo autonomo, e riescono a comprendere anche i più recenti sviluppi di questi settori in cui la ricerca è attiva. |        |   |           |    |      |
| Obiettivi inglese: At the end of the course the student: - has deep notions of Continuum Mechanics in their main mathematical aspects; - is able to analyze autonomously the most recent developments of the mentioned matters and their most important problems, related to applications in Physics, Biology and Astrophysics.   |        |   |           |    |      |
| 6730 000 000 17266 - 0 - PROCESSI STOCASTICI  | MAT/06 | 6 | 40/12/0/0 | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attività formative affini o integrative   | B      |   |           |    |      |
| Obiettivi: Al termine del corso, lo studente conosce i fondamenti della teoria dei processi stocastici a tempo discreto e continuo, apprende inoltre le basi matematiche del calcolo stocastico secondo Itô. È in grado di condurre autonomamente lo studio di discipline matematiche pure e applicate che richiedano la conoscenza di strumenti avanzati di probabilità e della teoria dei processi stocastici.  |        |   |           |    |      |
| Obiettivi inglese: At the end of the course the student will know the basics of stochastic Itô calculus and the link between stochastic analysis and deterministic partial differential equations.  |        |   |           |    |      |

**Gruppo: LISTA 2 - Insegnamenti di ambito teorico avanzato****TAF: B Ambito: 1213 - Formazione teorica avanzata****Cfu min: 6 Cfu max: 6**

Note: Lo studente deve scegliere un insegnamento fra quelli proposti nella lista. Qualora lo studente volesse inserire anche ulteriori insegnamenti, lo potrà fare nell'ambito degli esami opzionali.

| Attività formativa  | TIP    | SSD | TAF | CFU | ORE F/E/L/N | FREQ. | VER. |
|---|--------|-----|-----|-----|-------------|-------|------|
| 6730 000 000 B0323 - 0 - ANALISI FUNZIONALE E TEORIA DEGLI OPERATORI  | MAT/05 |     |     | 6   | 48/0/0/0    | No    | Voto |
| <b>Ambito:</b>  | B      |     |     |     |             |       |      |
| Obiettivi: Al termine del corso lo studente conosce alcuni temi avanzati di analisi funzionale, teoria degli operatori e teoria spettrale. In particolare è in grado di applicare tali tecniche a vari problemi teorici e applicati.  |        |     |     |     |             |       |      |
| 6730 000 000 76305 - 0 - ANALISI GEOMETRICA   | MAT/05 |     |     | 6   | 48/0/0/0    | No    | Voto |
| <b>Ambito:</b>  | B      |     |     |     |             |       |      |
| Obiettivi: Al termine del corso lo studente ha appreso le principali tecniche di analisi in spazi metrici o strutture differenziabili. In particolare è in grado di applicare queste nozioni allo studio di rilevanti Equazioni alle Derivate Parziali nel contesto geometrico considerato. |        |     |     |     |             |       |      |

|  |        |   |          |    |      |
|--|--------|---|----------|----|------|
| 6730 000 000 96737 - 0 - ANALISI NELLO SPAZIO DELLE FASI   | MAT/05 | 6 | 48/0/0/0 | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1213 - Formazione teorica avanzata  | B      |   |          |    |      |
| Obiettivi: Al termine del corso lo studente possiede le principali tecniche di analisi geometrica nello spazio delle fasi. In particolare è in grado di usare tecniche di localizzazione e di forme normali per la risolubilità e lo studio qualitativo delle soluzioni di EDP.  |        |   |          |    |      |
| 6730 000 000 46146 - 0 - ANALISI NON LINEARE   | MAT/05 | 6 | 48/0/0/0 | No | Voto |
| <b>Ambito:</b>   | B      |   |          |    |      |
| Obiettivi: Al termine del corso lo studente conosce alcuni degli aspetti della teoria non lineare con particolare riferimento alle equazioni a derivate parziali. In particolare è in grado di riconoscere aspetti specificatamente non lineari della teoria considerata.  |        |   |          |    |      |
| 6730 000 000 28399 - 0 - ANALISI SU VARIETA'   | MAT/05 | 6 | 48/0/0/0 | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1213 - Formazione teorica avanzata  | B      |   |          |    |      |
| Obiettivi: Al termine del corso lo studente conosce i principali operatori naturali sulle varietà differenziabili. In particolare è in grado di studiare operatori differenziali agenti su sezioni di fibrati su varietà.  |        |   |          |    |      |
| 6730 000 000 96735 - 0 - METODI AVANZATI DI ANALISI MATEMATICA   | MAT/05 | 6 | 48/0/0/0 | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1213 - Formazione teorica avanzata  | B      |   |          |    |      |
| Obiettivi: Al termine del corso lo studente possiede nozioni avanzate sulla teoria degli spazi funzionali e della teoria astratta della misura. In particolare è in grado di condurre autonomamente lo studio di discipline teoriche ed applicative che richiedano la conoscenza delle teorie elencate.  |        |   |          |    |      |
| 6730 000 000 96731 - 0 - SPAZI DI CONFIGURAZIONI E GRUPPI DI TRECCHE   | MAT/03 | 6 | 48/0/0/0 | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1213 - Formazione teorica avanzata  | B      |   |          |    |      |
| Obiettivi: Al termine del corso, lo studente raggiunge conoscenze avanzate nel campo della topologia algebrica, necessarie per la comprensione di vari problemi matematici. È in grado di calcolare invarianti coomologici ed omotopici di spazi di configurazioni ordinate e non ordinate, tra i quali il gruppo delle trecce.                                    |        |   |          |    |      |
| 6730 000 000 96734 - 0 - TEORIA DEGLI SCHEMI   | MAT/03 | 6 | 48/0/0/0 | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1213 - Formazione teorica avanzata  | B      |   |          |    |      |
| Obiettivi: Al termine del corso, lo studente possiede una conoscenza di base nell'ambito della geometria algebrica, in particolare per quanto riguarda la teoria degli schemi; è in grado di utilizzare queste conoscenze nella propria ricerca in ambito sia geometrico sia algebrico.  |        |   |          |    |      |
| 6730 000 000 96732 - 0 - TEORIA GEOMETRICA DEI NUMERI  | MAT/03 | 6 | 48/0/0/0 | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1213 - Formazione teorica avanzata  | B      |   |          |    |      |
| Obiettivi: Al termine del corso, lo studente possiede una conoscenza avanzata nell'ambito della teoria dei numeri e della geometria aritmetica; è in grado di utilizzare queste conoscenze nella propria ricerca in ambito sia geometrico sia algebrico.   |        |   |          |    |      |
| 6730 000 000 B9048 - 0 - TOPOLOGIA COMBINATORIA  | MAT/02 | 6 | 48/0/0/0 | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attività formative affini o integrative  | C      |   |          |    |      |
| Obiettivi: Alla fine del corso, lo studente conoscerà i reticoli, i politopi, i complessi simpliciali e altre strutture fondamentali della combinatoria, e sarà in grado di associare ad essi alcune algebre notevoli. Saprà applicare queste tecniche per il calcolo di invarianti topologici e geometrici, ad esempio nel caso degli arrangiamenti di iperpiani. |        |   |          |    |      |

|  |        |   |          |    |      |
|--|--------|---|----------|----|------|
| 6730 000 000 B9037 - 0 - VARIETA' ALGEBRICHE | MAT/03 | 6 | 48/0/0/0 | No | Voto |
|--|--------|---|----------|----|------|

**Ambito:** 2019 - Attività formative affini o integrative

C

Obiettivi: Al termine del corso, lo studente possiede una conoscenza delle proprietà principali delle varietà algebriche, in particolare per quanto riguarda le curve algebriche complesse e le superfici; e in grado di utilizzare queste conoscenze nella propria ricerca in ambito sia geometrico sia algebrico.

Obiettivi inglese: The goal of the course is to provide a robust introduction to techniques, problems and applications in algebraic geometry.

### Gruppo: LISTA 3 - Insegnamenti opzionali caratterizzanti (primo anno)

#### TAF: C Ambito: 1144 - Attività formative affini o integrative

#### Cfu min: 18 Cfu max: 18

Note: Lo studente deve scegliere fra il primo e il secondo anno 6 insegnamenti tra quelli proposti nella lista, fra gli insegnamenti non scelti delle liste precedenti (Lista 1a, Lista 1b e Lista 2) o in qualunque lista del Curriculum Advanced Mathematics for Applications.

| Attività formativa  | TIP | SSD    | TAF | CFU | ORE F/E/L/N | FREQ. | VER. |
|---|-----|--------|-----|-----|-------------|-------|------|
| 6730 000 000 11929 - 0 - ALGORITMI E STRUTTURE DATI   |     | INF/01 |     | 12  | 36/20/64/0  | No    | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attività formative affini o integrative   |     |        | C   |     |             |       |      |
| Obiettivi: Al termine del corso lo studente: - conosce gli algoritmi per risolvere problemi computazionali di base su strutture di dati elementari; - conosce le tecniche di base per calcolare il costo computazionale degli algoritmi; - conosce le classi di complessità computazionale P, NP e NP-hard; - è in grado di progettare algoritmi efficienti per risolvere semplici problemi computazionali; - è in grado di stimare in ordine di grandezza il costo computazionale degli algoritmi; - è in grado di analizzare la complessità computazionale di problemi computazionali di base; - è in grado di dare una valutazione circa l'efficienza e la correttezza di un algoritmo; - è capace di elaborare e di presentare un progetto per la risoluzione di problemi computazionali di base  |     |        |     |     |             |       |      |
| 6730 000 000 96745 - 0 - ANALISI SPETTRALE  |     | MAT/05 |     | 6   | 48/0/0/0    | No    | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attività formative affini o integrative   |     |        | C   |     |             |       |      |
| Obiettivi: Al termine del corso lo studente conosce le proprietà principali della teoria spettrale degli operatori. In particolare è in grado di analizzare lo spettro di operatori differenziali e applicare tale teoria a vari ambiti che vanno dalla fisica alla geometria.  |     |        |     |     |             |       |      |
| 6730 000 000 87974 - 0 - ANALISI STOCASTICA 1   |     | MAT/06 |     | 6   | 48/0/0/0    | No    | Voto |
| <b>Ambito:</b> 188 - Formazione modellistico-applicativa  |     |        | B   |     |             |       |      |
| Obiettivi: Al termine del corso, lo studente conosce i fondamenti della teoria dei processi stocastici a tempo discreto e continuo, apprende inoltre le basi matematiche del calcolo stocastico secondo Itô. È in grado di condurre autonomamente lo studio di discipline matematiche pure e applicate che richiedano la conoscenza di strumenti avanzati di probabilità e della teoria dei processi stocastici.  |     |        |     |     |             |       |      |
| 6730 000 000 B9045 - 0 - COMPLESSITA' COMPUTAZIONALE E DESCRITTIVA  |     | MAT/01 |     | 6   | 48/0/0/0    | No    | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attività formative affini o integrative   |     |        | C   |     |             |       |      |
| Obiettivi: Questo corso presenterà un'introduzione alla Teoria della Complessità Computazionale e della Complessità Boreliana e Descrittiva. La Teoria della Complessità Computazionale studia quanto è difficile risolvere un problema algoritmico, in termini della quantità di risorse di calcolo necessarie per la sua decisione tramite un algoritmo. La Complessità Boreliana studia quanto è difficile descrivere un insieme o una funzione sui numeri reali (o un altro spazio topologico) in termini di insiemi aperti (o usando una formula di una certa sintassi), ed altresì quanto è difficile ottenere una classificazione esplicita di una data classe di oggetti matematici. Entrambi questi settori hanno numerose applicazioni a svariate aree della matematica algebra, analisi, matematica discreta), di cui questo corso offrirà una panoramica. Al termine del corso, lo studente avrà familiarità con i concetti fondamentali della Complessità Computazionale e Boreliana, e sarà in grado di usare le competenze acquisite per studiare la complessità di problemi algoritmici e di classificazione. |     |        |     |     |             |       |      |

|   |        |   |           |    |      |
|---|--------|---|-----------|----|------|
| 6730 000 000 96751 - 0 - CONTROLLO OTTIMO STOCASTICO  | MAT/06 | 6 | 48/0/0/0  | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative  | C      |   |           |    |      |
| Obiettivi: Al termine del corso, lo studente conosce varie classi di problemi di controllo ottimo stocastico e apprende i metodi fondamentali per affrontarli. Sa applicare gli strumenti matematici acquisiti a modelli importanti quali i problemi di investimento ottimale in finanza matematica e i problemi lineari quadratici.  |        |   |           |    |      |
| 6730 000 000 B0325 - 0 - EQUAZIONI DIFFERENZIALI STOCASTICHE II   | MAT/06 | 6 | 48/0/0/0  | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative  | C      |   |           |    |      |
| Obiettivi: Al termine del corso, lo studente apprende strumenti avanzati di calcolo stocastico, come ad esempio l'integrazione rispetto a processi con salti, a semi-martingale generali e a misure aleatorie. È in grado di condurre autonomamente lo studio di discipline matematiche pure e applicate che richiedano la conoscenza di strumenti avanzati di analisi stocastica.  |        |   |           |    |      |
| 6730 000 000 69225 - 0 - FONDAMENTI DI COMPUTER GRAPHICS  | MAT/08 | 6 | 40/0/15/0 | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative  | C      |   |           |    |      |
| Obiettivi: Al termine del corso, gli studenti conoscono i fondamenti della grafica 3D al computer, tra cui i concetti di modellazione poligonale e resa in tempo reale. In particolare, sono in grado di modellare e rendere scene 3D mediante opportuni software e librerie open source.   |        |   |           |    |      |
| 6730 000 000 96748 - 0 - FUNZIONI DI PIU' VARIABILI COMPLESSE   | MAT/05 | 6 | 48/0/0/0  | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative  | C      |   |           |    |      |
| Obiettivi: Al termine del corso lo studente possiede le conoscenze di base delle funzioni olomorfe in più variabili e dei metodi operatoriali e funzionali in più variabili complesse. In particolare lo studente sarà in grado di applicare questi metodi ad una varietà di problemi, che vanno dalla geometria alla fisica.   |        |   |           |    |      |
| 6730 000 000 06603 - 0 - FUNZIONI SPECIALI  | MAT/05 | 6 | 48/0/0/0  | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative  | C      |   |           |    |      |
| Obiettivi: Al termine del corso lo studente conosce alcune tra le principali funzioni speciali. In particolare è in grado di applicare tali conoscenze a vari problemi sia in ambito teorico che in ambito applicativo.   |        |   |           |    |      |
| 6730 000 000 96740 - 0 - GEOMETRIA BIRAZIONALE E SPAZI DI MODULI  | MAT/03 | 6 | 48/0/0/0  | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative  | C      |   |           |    |      |
| Obiettivi: Al termine del corso, lo studente possiede una conoscenza delle tecniche di geometria birazionale, ha familiarità con il programma del modello minimale e conosce approfonditamente i principali spazi di moduli di oggetti geometrici; è in grado di utilizzare queste conoscenze nella propria ricerca in ambito sia geometrico sia algebrico.   |        |   |           |    |      |
| 6730 000 000 96741 - 0 - GEOMETRIA DELLE VARIETA' ABELIANE  | MAT/03 | 6 | 48/0/0/0  | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative  | C      |   |           |    |      |
| Obiettivi: Al termine del corso, lo studente possiede una conoscenza avanzata nell'ambito della geometria algebrica delle varietà abeliane, in particolare conosce la costruzione delle varietà abeliane complesse come tori complessi, la costruzione di polarizzazioni e divisori ampi e la relazione tra varietà abeliane principalmente polarizzate e lo spazio di Siegel; è in grado di utilizzare queste conoscenze nella propria ricerca in ambito sia geometrico sia algebrico. |        |   |           |    |      |

|   |        |   |           |    |      |
|---|--------|---|-----------|----|------|
| 6730 000 000 96743 - 0 - GEOMETRIA IPERBOLICA   | MAT/03 | 6 | 48/0/0/0  | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative  | C      |   |           |    |      |
| Obiettivi: Al termine del corso, lo studente possiede una conoscenza avanzata nell'ambito della geometria iperbolica, in particolare conosce le superfici iperboliche e lo spazio di Teichmüller; è in grado di utilizzare queste conoscenze nella propria ricerca in ambito geometrico, algebrico ed analitico.  |        |   |           |    |      |
| 6730 000 000 96738 - 0 - GRUPPI ALGEBRICI LINEARI   | MAT/02 | 6 | 48/0/0/0  | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative  | C      |   |           |    |      |
| Obiettivi: Al termine del corso, lo studente possiede una conoscenza avanzata nell'ambito dei gruppi algebrici lineari, in particolare ha familiarità con la teoria generale dei gruppi algebrici e il parallelo con la teoria dei gruppi di Lie in campo complesso, conosce le principali varietà omogenee associate ad un gruppo algebrico e il legame con la teoria delle rappresentazioni.  |        |   |           |    |      |
| 6730 000 000 96753 - 0 - MECCANICA STATISTICA SUPERIORE   | MAT/07 | 6 | 48/0/0/0  | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative  | C      |   |           |    |      |
| Obiettivi: Al termine del corso lo studente ha acquisito familiarità con i concetti avanzati della meccanica statistica dei sistemi disordinati quali quello di cascata di Ruelle, ultrametricità, rottura di simmetria di replica. E' in grado di adattare le tecniche introdotte nel corso sia su questioni teoriche che applicate.   |        |   |           |    |      |
| Obiettivi inglese: At the end of the course the student is familiar with advanced topics in disordered statistical mechanics like the Ruelle cascades, ultrametricity, replica symmetry breaking. He is able to adapt the techniques introduced in the course to applied and theoretical problems.  |        |   |           |    |      |
| 6730 000 000 96754 - 0 - METODI MATEMATICI DELLA MECCANICA QUANTISTICA  | MAT/07 | 6 | 48/0/0/0  | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative  | C      |   |           |    |      |
| Obiettivi: Al termine del corso lo studente:<br>- conosce alcune delle tecniche matematiche moderne usate in meccanica quantistica, quali la teoria spettrale astratta, il calcolo pseudodifferenziale semiclassico, la microlocalizzazione.<br>- è in grado di applicarle per studiare fenomeni specifici della meccanica quantistica, quali l'effetto tunnel e le risonanze quantistiche.   |        |   |           |    |      |
| Obiettivi inglese: At the end of the course the student gets acquainted with some of the modern mathematical techniques used in quantum mechanics, such as abstract spectral theory, semiclassical pseudodifferential calculus, microlocalization. He is able to apply them in order to study typical phenomena in quantum mechanics, such as the tunnel effect and quantum resonances.   |        |   |           |    |      |
| 6730 000 000 96755 - 0 - METODI MATEMATICI PER L'IMAGING  | MAT/08 | 6 | 40/0/15/0 | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative  | C      |   |           |    |      |
| Obiettivi: Al termine del corso lo studente conosce i principali metodi di elaborazione delle immagini, con un'enfasi speciale sui modelli numerici e sui concetti matematici sottostanti. In particolare, lo studente è in grado di utilizzare strumenti di analisi ed algebra lineare numerica e di modellistica differenziale per la risoluzione di problemi di denoising, deblurring, ricostruzione, segmentazione e inpainting.  |        |   |           |    |      |
| Obiettivi inglese: At the end of the course the student knows the main methods for image processing, with a special emphasis on the numerical models and the underlying mathematical concepts. In particular, the student is capable of using analysis and numerical linear algebra tools together with differential modeling tools for solving problems of image denoising, deblurring, reconstruction, segmentation and inpainting. |        |   |           |    |      |
| 6730 000 000 96750 - 0 - METODI NUMERICI STOCASTICI   | MAT/06 | 6 | 48/0/0/0  | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative  | C      |   |           |    |      |
| Obiettivi: Al termine del corso, lo studente conosce i principali metodi numerici stocastici per la risoluzione di problemi relativi a equazioni alle derivate parziali ed equazioni integro-differenziali. Acquisisce conoscenze sui metodi numerici probabilistici per la risoluzione di problemi di ottimizzazione multi-dimensionale in ambito deterministico e stocastico.   |        |   |           |    |      |
| 6730 000 000 96746 - 0 - OPERATORI FRAZIONARI   | MAT/05 | 6 | 48/0/0/0  | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative  | C      |   |           |    |      |
| Obiettivi: Al termine del corso lo studente conosce le principali proprietà delle funzioni s-armoniche. In particolare è in grado di applicare tali conoscenze nello studio delle soluzioni delle più elementari equazioni governate dal laplaciano frazionario di ordine s.  |        |   |           |    |      |

|  |        |   |          |    |      |
|--|--------|---|----------|----|------|
| 6730 000 000 34756 - 0 - PRINCIPI DELLA MATEMATICA   | MAT/01 | 6 | 48/0/0/0 | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative   | C      |   |          |    |      |
| Obiettivi: Al termine del corso, lo studente avrà familiarità con i concetti fondamentali nell'ambito della teoria delle categorie. Lo studente saprà altresì applicare le competenze acquisite in vari settori della matematica pura, con particolare rilievo all'algebra omologica e la teoria dell'omotopia.  |        |   |          |    |      |
| 6730 000 000 96752 - 0 - SISTEMI DINAMICI 2  | MAT/07 | 6 | 48/0/0/0 | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative   | C      |   |          |    |      |
| Obiettivi: Al termine del corso lo studente: possiede una solida conoscenza di alcuni aspetti geometrici e analitici della teoria dei sistemi dinamici (ad esempio dinamica iperbolica, dinamica in spazi omogenei e spazi di Teichmüller, ecc.); è in grado di condurre in piena autonomia ulteriori studi nell'ambito del settore; sa applicare le conoscenze acquisite a questioni nell'ambito di settori correlati, sia teorici che applicativi.   |        |   |          |    |      |
| Obiettivi inglese: At the end of the course the student: has a solid knowledge of certain geometric and analytic aspects of the theory of smooth dynamical systems (for example hyperbolic dynamics, dynamics in homogeneous and Teichmüller spaces, etc.); is able to conduct in full autonomy further studies within the subject area; is able to apply the acquired knowledge to questions in related fields, both theoretical and applied.   |        |   |          |    |      |
| 6730 000 000 96747 - 0 - TEORIA AVANZATA DI EQUAZIONI ALLE DERIVATE PARZIALI   | MAT/05 | 6 | 48/0/0/0 | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative   | C      |   |          |    |      |
| Obiettivi: Al termine del corso lo studente possiede conoscenze avanzate della teoria di alcune rilevanti equazioni alle derivate parziali. In particolare è in grado di ottenere proprietà fini delle soluzioni dell'equazione e dei relativi problemi associati.   |        |   |          |    |      |
| 6730 000 000 B7169 - 0 - TEORIA DEGLI INSIEMI  | MAT/01 | 6 | 48/0/0/0 | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative   | C      |   |          |    |      |
| Obiettivi: Al termine del corso, lo studente possiederà competenze di base ed avanzate riguardo alla teoria assiomatica degli insiemi di Zermelo-Fraenkel con l'Assioma di Scelta (ZFC) ed il metodo del forcing. Saprà altresì usare tali competenze nel contesto di dimostrazioni di risultati di indipendenza dagli assiomi di ZFC.   |        |   |          |    |      |
| 6730 000 000 06690 - 0 - TEORIA DEI GRAFI  | MAT/02 | 6 | 48/0/0/0 | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative   | C      |   |          |    |      |
| Obiettivi: Alla fine del corso lo studente conosce le nozioni ed i risultati fondamentali della teoria dei grafi ed è in grado di studiare le problematiche collegate, relative a vari settori della scienza e della tecnologia.   |        |   |          |    |      |
| 6730 000 000 09346 - 0 - TEORIA DEI GRUPPI   | MAT/02 | 6 | 48/0/0/0 | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative   | C      |   |          |    |      |
| Obiettivi: Alla fine del corso, lo studente conosce i gruppi di Coxeter, i gruppi risolubili e gruppi nilpotenti, i gruppi liberi o altre classi notevoli di gruppi. È in grado di affrontare problemi al confine tra algebra e combinatoria e di calcolare invarianti quali ad esempio i polinomi di Kazhdan-Lusztig.   |        |   |          |    |      |
| 6730 000 000 04480 - 0 - TEORIA DEI MODELLI  | MAT/01 | 6 | 48/0/0/0 | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative   | C      |   |          |    |      |
| Obiettivi: La teoria dei modelli offre un contesto dove la definibilità di proprietà di oggetti matematici o dei loro elementi può essere formalizzata e studiata. Questo studio mette a disposizione potenti strumenti per studiare e costruire oggetti matematici, specialmente nel contesto dell'algebra, della geometria, e della matematica discreta. Questo corso fornirà un'introduzione ai concetti fondamentali della Teoria dei Modelli, ed una panoramica delle sue principali applicazioni ad altre aree della matematica. Al termine del corso, lo studente possiederà competenze di base ed avanzate di logica del primo ordine e teoria dei modelli. Saprà altresì utilizzare tali competenze nel contesto di applicazioni della teoria dei modelli ad algebra, geometria, e matematica discreta. |        |   |          |    |      |

|   |        |   |          |    |      |
|---|--------|---|----------|----|------|
| 6730 000 000 B0326 - 0 - TEORIA DEL TRASPORTO OTTIMO  | MAT/05 | 6 | 48/0/0/0 | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative  | C      |   |          |    |      |
| Obiettivi: Verranno trattati i principi della Teoria sul Trasporto Ottimo (TTO), quali la dualità di Monge-Kantorovich, la caratterizzazione di Brenier delle mappe di trasporto e il ruolo dell'equazione di Monge-Ampère nella teoria. Al termine del corso lo studente saprà condurre in maniera autonoma lo studio di applicazioni teoriche, quali ad esempio lo studio di disuguaglianze funzionali e geometriche attraverso la TTO. |        |   |          |    |      |
| 6730 000 000 96744 - 0 - TEORIA DI HODGE  | MAT/03 | 6 | 48/0/0/0 | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative  | C      |   |          |    |      |
| Obiettivi: Al termine del corso, lo studente possiede una conoscenza avanzata nel campo della topologia delle varietà complesse, ed in particolare della teoria di Hodge, di sue generalizzazioni in caratteristica arbitraria e della coomologia dell'intersezione; è in grado di utilizzare queste conoscenze nella propria ricerca in ambito geometrico, algebrico ed analitico.   |        |   |          |    |      |
| 6730 000 000 96739 - 0 - TOPOLOGIA DELLA BASSA DIMENSIONE   | MAT/03 | 6 | 48/0/0/0 | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative  | C      |   |          |    |      |
| Obiettivi: Al termine del corso, lo studente raggiunge conoscenze avanzate nel campo della topologia, in particolare nell'ambito di varietà topologiche di dimensione 3 e 4 e delle tecniche algebriche e differenziali per studiare la loro geometria.   |        |   |          |    |      |
| 6730 000 000 B9054 - 0 - TOPOLOGIA GEOMETRICA   |        | 6 | 48/0/0/0 | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative  | C      |   |          |    |      |
| Obiettivi: Alla fine del corso, lo studente acquisisce le nozioni di base della topologia geometrica. Lo studente apprende come studiare la topologia e la geometria delle varietà attraverso le proprietà algebriche dei loro gruppi fondamentali e, viceversa, come dedurre proprietà algebriche di gruppi attraverso le loro azioni su spazi topologici e lo studio di invarianti geometrici ad esse associati.                        |        |   |          |    |      |
| Qualsiasi attività del CdS 5827 - MATEMATICA (5827)   |        |   |          |    |      |
| <b>Ambito:</b>  |        |   |          |    |      |
| Qualsiasi attività del CdS 6730 - MATEMATICA (6730)   |        |   |          |    |      |
| <b>Ambito:</b>  |        |   |          |    |      |

## Secondo Anno di Corso

### Gruppo: Attività Obbligatoria

**TAF: Ambito:**

**Cfu min: Cfu max:**

Note:

| Attività formativa  | TIP | SSD | TAF | CFU | ORE F/E/L/N | FREQ. | VER.     |
|---|-----|-----|-----|-----|-------------|-------|----------|
| 6730 000 000 82287 - 0 - TIROCINIO  |     |     |     | 6   | 0/0/150/0   | No    | Giudizio |
| <b>Ambito:</b> 1146 - Tirocini formativi e di orientamento  | F   |     |     |     |             |       |          |
| Obiettivi: Al termine del tirocinio, lo studente possiede una conoscenza sperimentale di uno degli argomenti del corso di studi tramite una attività progettuale svolta internamente all'Università con un docente di riferimento o in un'azienda esterna all'Unibo. È in grado di documentare tale attività progettuale tramite una relazione. |     |     |     |     |             |       |          |

**Gruppo: Insegnamenti a libera scelta****TAF: D Ambito: 1008 - A scelta dello studente****Cfu min: 18 Cfu max: 18**

Num. Esami: 1 Num. Idoneità: 0

Il Dipartimento garantisce che, ai fini del rispetto del limite massimo di 12 esami/5 idoneità i CFU a scelta saranno acquisibili con 1 esami e 0 idoneità

Note: Lo studente deve scegliere almeno 12 cfu fra tutti gli esami attivi in Ateneo.

| Attività formativa | TIP | SSD | TAF | CFU | ORE F/E/L/N | FREQ. | VER. |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|-------------|-------|------|
|--------------------|-----|-----|-----|-----|-------------|-------|------|

Qualsiasi attività dell'Ateneo (010)

Ambito:

**Gruppo: LISTA 3 - Insegnamenti opzionali caratterizzanti (secondo anno)****TAF: C Ambito: 1144 - Attivita' formative affini o integrative****Cfu min: 12 Cfu max: 12**

Note: Lo studente deve scegliere fra il primo e il secondo anno 6 insegnamenti tra quelli proposti nella lista, fra gli insegnamenti non scelti delle liste precedenti (Lista 1a, Lista 1b e Lista 2) o in qualunque lista del Curriculum Advanced Mathematics for Applications.

| Attività formativa | TIP | SSD | TAF | CFU | ORE F/E/L/N | FREQ. | VER. |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|-------------|-------|------|
|--------------------|-----|-----|-----|-----|-------------|-------|------|

6730 000 000 11929 - 0 - ALGORITMI E STRUTTURE DATI

INF/01

12

36/20/64/0

No

Voto

Ambito: 1144 - Attivita' formative affini o integrative

C

Obiettivi: Al termine del corso lo studente: - conosce gli algoritmi per risolvere problemi computazionali di base su strutture di dati elementari; - conosce le tecniche di base per calcolare il costo computazionale degli algoritmi; - conosce le classi di complessità computazionale P, NP e NP-hard; - è in grado di progettare algoritmi efficienti per risolvere semplici problemi computazionali; - è in grado di stimare in ordine di grandezza il costo computazionale degli algoritmi; - è in grado di analizzare la complessità computazionale di problemi computazionali di base; - è in grado di dare una valutazione circa l'efficienza e la correttezza di un algoritmo; - è capace di elaborare e di presentare un progetto per la risoluzione di problemi computazionali di base

6730 000 000 96745 - 0 - ANALISI SPETTRALE

MAT/05

6

48/0/0/0

No

Voto

Ambito: 1144 - Attivita' formative affini o integrative

C

Obiettivi: Al termine del corso lo studente conosce le proprietà principali della teoria spettrale degli operatori. In particolare è in grado di analizzare lo spettro di operatori differenziali e applicare tale teoria a vari ambiti che vanno dalla fisica alla geometria.

6730 000 000 87974 - 0 - ANALISI STOCASTICA 1

MAT/06

6

48/0/0/0

No

Voto

Ambito: 188 - Formazione modellistico-applicativa

B

Obiettivi: Al termine del corso, lo studente conosce i fondamenti della teoria dei processi stocastici a tempo discreto e continuo, apprende inoltre le basi matematiche del calcolo stocastico secondo Itô. È in grado di condurre autonomamente lo studio di discipline matematiche pure e applicate che richiedano la conoscenza di strumenti avanzati di probabilità e della teoria dei processi stocastici.

|  |        |   |           |    |      |
|--|--------|---|-----------|----|------|
| 6730 000 000 B9045 - 0 - COMPLESSITA' COMPUTAZIONALE E DESCRITTIVA   | MAT/01 | 6 | 48/0/0/0  | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative   | C      |   |           |    |      |
| Obiettivi: Questo corso presenterà un'introduzione alla Teoria della Complessità Computazionale e della Complessità Boreliana e Descrittiva. La Teoria della Complessità Computazionale studia quanto è difficile risolvere un problema algoritmico, in termini della quantità di risorse di calcolo necessarie per la sua decisione tramite un algoritmo. La Complessità Boreliana studia quanto è difficile descrivere un insieme o una funzione sui numeri reali (o un altro spazio topologico) in termini di insiemi aperti (o usando una formula di una certa sintassi), ed altresì quanto è difficile ottenere una classificazione esplicita di una data classe di oggetti matematici. Entrambi questi settori hanno numerose applicazioni a svariate aree della matematica (algebra, analisi, matematica discreta), di cui questo corso offrirà una panoramica. Al termine del corso, lo studente avrà familiarità con i concetti fondamentali della Complessità Computazionale e Boreliana, e sarà in grado di usare le competenze acquisite per studiare la complessità di problemi algoritmici e di classificazione. |        |   |           |    |      |
| 6730 000 000 96751 - 0 - CONTROLLO OTTIMO STOCASTICO   | MAT/06 | 6 | 48/0/0/0  | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative   | C      |   |           |    |      |
| Obiettivi: Al termine del corso, lo studente conosce varie classi di problemi di controllo ottimo stocastico e apprende i metodi fondamentali per affrontarli. Sa applicare gli strumenti matematici acquisiti a modelli importanti quali i problemi di investimento ottimale in finanza matematica e i problemi lineari quadratici.   |        |   |           |    |      |
| 6730 000 000 B0325 - 0 - EQUAZIONI DIFFERENZIALI STOCASTICHE II  | MAT/06 | 6 | 48/0/0/0  | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative   | C      |   |           |    |      |
| Obiettivi: Al termine del corso, lo studente apprende strumenti avanzati di calcolo stocastico, come ad esempio l'integrazione rispetto a processi con salti, a semi-martingale generali e a misure aleatorie. È in grado di condurre autonomamente lo studio di discipline matematiche pure e applicate che richiedano la conoscenza di strumenti avanzati di analisi stocastica.   |        |   |           |    |      |
| 6730 000 000 69225 - 0 - FONDAMENTI DI COMPUTER GRAPHICS   | MAT/08 | 6 | 40/0/15/0 | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative   | C      |   |           |    |      |
| Obiettivi: Al termine del corso, gli studenti conoscono i fondamenti della grafica 3D al computer, tra cui i concetti di modellazione poligonale e resa in tempo reale. In particolare, sono in grado di modellare e rendere scene 3D mediante opportuni software e librerie open source.  |        |   |           |    |      |
| 6730 000 000 96748 - 0 - FUNZIONI DI PIU' VARIABILI COMPLESSE  | MAT/05 | 6 | 48/0/0/0  | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative   | C      |   |           |    |      |
| Obiettivi: Al termine del corso lo studente possiede le conoscenze di base delle funzioni olomorfe in più variabili e dei metodi operatoriali e funzionali in più variabili complesse. In particolare lo studente sarà in grado di applicare questi metodi ad una varietà di problemi, che vanno dalla geometria alla fisica.  |        |   |           |    |      |
| 6730 000 000 06603 - 0 - FUNZIONI SPECIALI   | MAT/05 | 6 | 48/0/0/0  | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative   | C      |   |           |    |      |
| Obiettivi: Al termine del corso lo studente conosce alcune tra le principali funzioni speciali. In particolare è in grado di applicare tali conoscenze a vari problemi sia in ambito teorico che in ambito applicativo.  |        |   |           |    |      |
| 6730 000 000 96740 - 0 - GEOMETRIA BIRAZIONALE E SPAZI DI MODULI   | MAT/03 | 6 | 48/0/0/0  | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative   | C      |   |           |    |      |
| Obiettivi: Al termine del corso, lo studente possiede una conoscenza delle tecniche di geometria birazionale, ha familiarità con il programma del modello minimale e conosce approfonditamente i principali spazi di moduli di oggetti geometrici; è in grado di utilizzare queste conoscenze nella propria ricerca in ambito sia geometrico sia algebrico.  |        |   |           |    |      |

|   |        |   |           |    |      |
|---|--------|---|-----------|----|------|
| 6730 000 000 96741 - 0 - GEOMETRIA DELLE VARIETA' ABELIANE  | MAT/03 | 6 | 48/0/0/0  | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative  | C      |   |           |    |      |
| Obiettivi: Al termine del corso, lo studente possiede una conoscenza avanzata nell'ambito della geometria algebrica delle varietà abeliane, in particolare conosce la costruzione delle varietà abeliane complesse come tori complessi, la costruzione di polarizzazioni e divisori ampi e la relazione tra varietà abeliane principalmente polarizzate e lo spazio di Siegel; è in grado di utilizzare queste conoscenze nella propria ricerca in ambito sia geometrico sia algebrico. |        |   |           |    |      |
| 6730 000 000 96743 - 0 - GEOMETRIA IPERBOLICA   | MAT/03 | 6 | 48/0/0/0  | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative  | C      |   |           |    |      |
| Obiettivi: Al termine del corso, lo studente possiede una conoscenza avanzata nell'ambito della geometria iperbolica, in particolare conosce le superfici iperboliche e lo spazio di Teichmüller; è in grado di utilizzare queste conoscenze nella propria ricerca in ambito geometrico, algebrico ed analitico.  |        |   |           |    |      |
| 6730 000 000 96738 - 0 - GRUPPI ALGEBRICI LINEARI   | MAT/02 | 6 | 48/0/0/0  | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative  | C      |   |           |    |      |
| Obiettivi: Al termine del corso, lo studente possiede una conoscenza avanzata nell'ambito dei gruppi algebrici lineari, in particolare ha familiarità con la teoria generale dei gruppi algebrici e il parallelo con la teoria dei gruppi di Lie in campo complesso, conosce le principali varietà omogenee associate ad un gruppo algebrico e il legame con la teoria delle rappresentazioni.  |        |   |           |    |      |
| 6730 000 000 96753 - 0 - MECCANICA STATISTICA SUPERIORE   | MAT/07 | 6 | 48/0/0/0  | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative  | C      |   |           |    |      |
| Obiettivi: Al termine del corso lo studente ha acquisito familiarità con i concetti avanzati della meccanica statistica dei sistemi disordinati quali quello di cascata di Ruelle, ultrametricità, rottura di simmetria di replica. E' in grado di adattare le tecniche introdotte nel corso sia su questioni teoriche che applicate.   |        |   |           |    |      |
| Obiettivi inglese: At the end of the course the student is familiar with advanced topics in disordered statistical mechanics like the Ruelle cascades, ultrametricity, replica symmetry breaking. He is able to adapt the techniques introduced in the course to applied and theoretical problems.  |        |   |           |    |      |
| 6730 000 000 96754 - 0 - METODI MATEMATICI DELLA MECCANICA QUANTISTICA  | MAT/07 | 6 | 48/0/0/0  | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative  | C      |   |           |    |      |
| Obiettivi: Al termine del corso lo studente:<br>- conosce alcune delle tecniche matematiche moderne usate in meccanica quantistica, quali la teoria spettrale astratta, il calcolo pseudodifferenziale semiclassico, la microlocalizzazione.<br>- è in grado di applicarle per studiare fenomeni specifici della meccanica quantistica, quali l'effetto tunnel e le risonanze quantistiche.   |        |   |           |    |      |
| Obiettivi inglese: At the end of the course the student gets acquainted with some of the modern mathematical techniques used in quantum mechanics, such as abstract spectral theory, semiclassical pseudodifferential calculus, microlocalization. He is able to apply them in order to study typical phenomena in quantum mechanics, such as the tunnel effect and quantum resonances.   |        |   |           |    |      |
| 6730 000 000 96755 - 0 - METODI MATEMATICI PER L'IMAGING  | MAT/08 | 6 | 40/0/15/0 | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative  | C      |   |           |    |      |
| Obiettivi: Al termine del corso lo studente conosce i principali metodi di elaborazione delle immagini, con un'enfasi speciale sui modelli numerici e sui concetti matematici sottostanti. In particolare, lo studente è in grado di utilizzare strumenti di analisi ed algebra lineare numerica e di modellistica differenziale per la risoluzione di problemi di denoising, deblurring, ricostruzione, segmentazione e inpainting.  |        |   |           |    |      |
| Obiettivi inglese: At the end of the course the student knows the main methods for image processing, with a special emphasis on the numerical models and the underlying mathematical concepts. In particular, the student is capable of using analysis and numerical linear algebra tools together with differential modeling tools for solving problems of image denoising, deblurring, reconstruction, segmentation and inpainting.   |        |   |           |    |      |

|  |        |   |          |    |      |
|--|--------|---|----------|----|------|
| 6730 000 000 96750 - 0 - METODI NUMERICI STOCASTICI  | MAT/06 | 6 | 48/0/0/0 | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative   | C      |   |          |    |      |
| Obiettivi: Al termine del corso, lo studente conosce i principali metodi numerici stocastici per la risoluzione di problemi relativi a equazioni alle derivate parziali ed equazioni integro-differenziali. Acquisisce conoscenze sui metodi numerici probabilistici per la risoluzione di problemi di ottimizzazione multi-dimensionale in ambito deterministico e stocastico.  |        |   |          |    |      |
| 6730 000 000 96746 - 0 - OPERATORI FRAZIONARI  | MAT/05 | 6 | 48/0/0/0 | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative   | C      |   |          |    |      |
| Obiettivi: Al termine del corso lo studente conosce le principali proprietà delle funzioni s-armoniche. In particolare è in grado di applicare tali conoscenze nello studio delle soluzioni delle più elementari equazioni governate dal laplaciano frazionario di ordine s.   |        |   |          |    |      |
| 6730 000 000 34756 - 0 - PRINCIPI DELLA MATEMATICA   | MAT/01 | 6 | 48/0/0/0 | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative   | C      |   |          |    |      |
| Obiettivi: Al termine del corso, lo studente avrà familiarità con i concetti fondamentali nell'ambito della teoria delle categorie. Lo studente saprà altresì applicare le competenze acquisite in vari settori della matematica pura, con particolare rilievo all'algebra omologica e la teoria dell'omotopia.  |        |   |          |    |      |
| 6730 000 000 96752 - 0 - SISTEMI DINAMICI 2  | MAT/07 | 6 | 48/0/0/0 | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative   | C      |   |          |    |      |
| Obiettivi: Al termine del corso lo studente: possiede una solida conoscenza di alcuni aspetti geometrici e analitici della teoria dei sistemi dinamici (ad esempio dinamica iperbolica, dinamica in spazi omogenei e spazi di Teichmüller, ecc.); è in grado di condurre in piena autonomia ulteriori studi nell'ambito del settore; sa applicare le conoscenze acquisite a questioni nell'ambito di settori correlati, sia teorici che applicativi. |        |   |          |    |      |
| Obiettivi inglese: At the end of the course the student: has a solid knowledge of certain geometric and analytic aspects of the theory of smooth dynamical systems (for example hyperbolic dynamics, dynamics in homogeneous and Teichmüller spaces, etc.); is able to conduct in full autonomy further studies within the subject area; is able to apply the acquired knowledge to questions in related fields, both theoretical and applied.       |        |   |          |    |      |
| 6730 000 000 96747 - 0 - TEORIA AVANZATA DI EQUAZIONI ALLE DERIVATE PARZIALI   | MAT/05 | 6 | 48/0/0/0 | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative   | C      |   |          |    |      |
| Obiettivi: Al termine del corso lo studente possiede conoscenze avanzate della teoria di alcune rilevanti equazioni alle derivate parziali. In particolare è in grado di ottenere proprietà fini delle soluzioni dell'equazione e dei relativi problemi associati.   |        |   |          |    |      |
| 6730 000 000 B7169 - 0 - TEORIA DEGLI INSIEMI  | MAT/01 | 6 | 48/0/0/0 | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative   | C      |   |          |    |      |
| Obiettivi: Al termine del corso, lo studente possiederà competenze di base ed avanzate riguardo alla teoria assiomatica degli insiemi di Zermelo-Fraenkel con l'Assioma di Scelta (ZFC) ed il metodo del forcing. Saprà altresì usare tali competenze nel contesto di dimostrazioni di risultati di indipendenza dagli assiomi di ZFC.   |        |   |          |    |      |
| 6730 000 000 06690 - 0 - TEORIA DEI GRAFI  | MAT/02 | 6 | 48/0/0/0 | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative   | C      |   |          |    |      |
| Obiettivi: Alla fine del corso lo studente conosce le nozioni ed i risultati fondamentali della teoria dei grafi ed è in grado di studiare le problematiche collegate, relative a vari settori della scienza e della tecnologia.   |        |   |          |    |      |

|  |        |   |          |    |      |
|--|--------|---|----------|----|------|
| 6730 000 000 09346 - 0 - TEORIA DEI GRUPPI   | MAT/02 | 6 | 48/0/0/0 | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative   | C      |   |          |    |      |
| Obiettivi: Alla fine del corso, lo studente conosce i gruppi di Coxeter, i gruppi risolubili e gruppi nilpotenti, i gruppi liberi o altre classi notevoli di gruppi. È in grado di affrontare problemi al confine tra algebra e combinatoria e di calcolare invarianti quali ad esempio i polinomi di Kazhdan-Lusztig.   |        |   |          |    |      |
| 6730 000 000 04480 - 0 - TEORIA DEI MODELLI  | MAT/01 | 6 | 48/0/0/0 | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative   | C      |   |          |    |      |
| Obiettivi: La teoria dei modelli offre un contesto dove la definibilità di proprietà di oggetti matematici o dei loro elementi può essere formalizzata e studiata. Questo studio mette a disposizione potenti strumenti per studiare e costruire oggetti matematici, specialmente nel contesto dell'algebra, della geometria, e della matematica discreta. Questo corso fornirà un'introduzione ai concetti fondamentali della Teoria dei Modelli, ed una panoramica delle sue principali applicazioni ad altre aree della matematica. Al termine del corso, lo studente possiederà competenze di base ed avanzate di logica del primo ordine e teoria dei modelli. Saprà altresì utilizzare tali competenze nel contesto di applicazioni della teoria dei modelli ad algebra, geometria, e matematica discreta. |        |   |          |    |      |
| 6730 000 000 B0326 - 0 - TEORIA DEL TRASPORTO OTTIMO   | MAT/05 | 6 | 48/0/0/0 | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative   | C      |   |          |    |      |
| Obiettivi: Verranno trattati i principi della Teoria sul Trasporto Ottimo (TTO), quali la dualità di Monge-Kantorovich, la caratterizzazione di Brenier delle mappe di trasporto e il ruolo dell'equazione di Monge-Ampère nella teoria. Al termine del corso lo studente saprà condurre in maniera autonoma lo studio di applicazioni teoriche, quali ad esempio lo studio di disuguaglianze funzionali e geometriche attraverso la TTO.  |        |   |          |    |      |
| 6730 000 000 96744 - 0 - TEORIA DI HODGE   | MAT/03 | 6 | 48/0/0/0 | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative   | C      |   |          |    |      |
| Obiettivi: Al termine del corso, lo studente possiede una conoscenza avanzata nel campo della topologia delle varietà complesse, ed in particolare della teoria di Hodge, di sue generalizzazioni in caratteristica arbitraria e della coomologia dell'intersezione; è in grado di utilizzare queste conoscenze nella propria ricerca in ambito geometrico, algebrico ed analitico.  |        |   |          |    |      |
| 6730 000 000 96739 - 0 - TOPOLOGIA DELLA BASSA DIMENSIONE  | MAT/03 | 6 | 48/0/0/0 | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative   | C      |   |          |    |      |
| Obiettivi: Al termine del corso, lo studente raggiunge conoscenze avanzate nel campo della topologia, in particolare nell'ambito di varietà topologiche di dimensione 3 e 4 e delle tecniche algebriche e differenziali per studiare la loro geometria.  |        |   |          |    |      |
| 6730 000 000 B9054 - 0 - TOPOLOGIA GEOMETRICA  |        | 6 | 48/0/0/0 | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative   | C      |   |          |    |      |
| Obiettivi: Alla fine del corso, lo studente acquisisce le nozioni di base della topologia geometrica. Lo studente apprende come studiare la topologia e la geometria delle varietà attraverso le proprietà algebriche dei loro gruppi fondamentali e, viceversa, come dedurre proprietà algebriche di gruppi attraverso le loro azioni su spazi topologici e lo studio di invarianti geometrici ad esse associati.   |        |   |          |    |      |

**Gruppo: Prova Finale****TAF: E Ambito: 1018 - Per la prova finale****Cfu min: 24 Cfu max: 24**

Note:

| Attività formativa | TIP | SSD | TAF | CFU | ORE F/E/L/N | FREQ. | VER. |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|-------------|-------|------|
|--------------------|-----|-----|-----|-----|-------------|-------|------|

|   |    |           |    |          |
|---|----|-----------|----|----------|
| 6730 000 000 81355 - 0 - PREPARAZIONE PROVA FINALE ALL'ESTERO | 10 | 0/0/300/0 | No | Giudizio |
|---|----|-----------|----|----------|

**Ambito:** 1018 - Per la prova finale

E

Obiettivi: Al termine dell'attività svolta in una struttura esterna o interna all'università, lo studente:

- possiede conoscenze pratiche di tipo strumentale hardware o software o di ricerca bibliografica anche via web eventualmente propedeutiche alla prova finale;
- è in grado di organizzare meglio la propria attività lavorativa.

|                                       |    |         |    |  |
|---------------------------------------|----|---------|----|--|
| 6730 000 000 17268 - 0 - PROVA FINALE | 24 | 0/0/0/0 | No |  |
|---------------------------------------|----|---------|----|--|

**Ambito:** 1018 - Per la prova finale

D

Obiettivi: Al termine della prova finale, lo studente sviluppa e sa discutere di:

- argomenti matematici teorici a cui apporta contributi originali;
- modelli matematici delle scienze applicate con metodi analitici o computazionali;
- argomenti teorico/pratici connessi con la didattica della Matematica;
- argomenti teorici connessi con lo sviluppo storico e l'analisi dei fondamenti di teorie matematiche di base ed avanzate.

In particolare, lo studente:

- sa mostrare un'applicazione avanzata delle metodologie di indagine nel settore prescelto;
- e' in grado di eseguire un lavoro produttivo nell'ambito di un gruppo di lavoro opportunamente coordinato;
- e' capace di organizzare, presentare e discutere, il lavoro oggetto della prova finale.

|  |    |         |    |  |
|--|----|---------|----|--|
| 6730 000 000 97091 - 0 - PROVA FINALE (14 CFU) | 14 | 0/0/0/0 | No |  |
|--|----|---------|----|--|

**Ambito:** 1018 - Per la prova finale

E

Obiettivi: Al termine della prova finale, lo studente sviluppa e sa discutere di:

- argomenti matematici teorici a cui apporta contributi originali;
- modelli matematici delle scienze applicate con metodi analitici o computazionali;
- argomenti teorico/pratici connessi con la didattica della Matematica;
- argomenti teorici connessi con lo sviluppo storico e l'analisi dei fondamenti di teorie matematiche di base ed avanzate.

In particolare, lo studente:

- sa mostrare un'applicazione avanzata delle metodologie di indagine nel settore prescelto;
- e' in grado di eseguire un lavoro produttivo nell'ambito di un gruppo di lavoro opportunamente coordinato;

|   |    |           |    |          |
|---|----|-----------|----|----------|
| 6730 000 000 70441 - 0 - TIROCINIO IN PREPARAZIONE DELLA PROVA FINALE | 10 | 0/0/250/0 | No | Giudizio |
|---|----|-----------|----|----------|

**Ambito:** 1018 - Per la prova finale

E

Obiettivi: Al termine della preparazione della prova finale, lo studente ha studiato approfonditamente una tematica inerente:

- argomenti matematici teorici a cui apporta contributi originali;
- modelli matematici delle scienze applicate con metodi analitici o computazionali;
- argomenti teorico/pratici connessi con la didattica della Matematica;

Inoltre, lo studente:

- sa interagire con un ambiente lavorativo eterogeneo;
- sa tradurre in linguaggio matematico un problema applicativo e individuare gli strumenti più idonei ad affrontarlo.

|  |    |           |    |          |
|--|----|-----------|----|----------|
| 6730 000 000 81354 - 0 - TIROCINIO IN PREPARAZIONE DELLA PROVA FINALE ALL'ESTERO | 10 | 0/0/250/0 | No | Giudizio |
|--|----|-----------|----|----------|

**Ambito:** 1018 - Per la prova finale

E

Obiettivi: Al termine della preparazione della prova finale, lo studente ha studiato approfonditamente una tematica inerente:

- argomenti matematici teorici a cui apporta contributi originali;
- modelli matematici delle scienze applicate con metodi analitici o computazionali;
- argomenti teorico/pratici connessi con la didattica della Matematica;

Inoltre, lo studente:

- sa interagire con un ambiente internazionale;
- conosce l'ambiente lavorativo o accademico di un Paese estero.



**Anno Accademico** 2025/2026  
**Scuola** Scienze  
**Classe** LM-40 R-MATEMATICA  
**Corso** 6730-MATEMATICA  
**Curriculum: CURRICULUM C: DIDATTICO (839)**

### Primo Anno di Corso

**Gruppo: Attività formative obbligatorie**

**TAF: Ambito:**

**Cfu min: Cfu max:**

Note:

| Attività formativa  | TIP | SSD    | TAF | CFU | ORE F/E/L/N | FREQ. | VER. |
|---|-----|--------|-----|-----|-------------|-------|------|
| 6730 000 000 34739 - 0 - CALCOLO NUMERICO E SOFTWARE DIDATTICO  | CON | MAT/08 |     | 6   | 40/0/15/0   | No    | Voto |
| <b>Ambito:</b> 188 - Formazione modellistico-applicativa<br><b>Obiettivi:</b> Al termine del corso lo studente:<br>- possiede una adeguata conoscenza degli aspetti della matematica, specificatamente volti alle applicazioni, ed e' in grado di utilizzare software didattico e di calcolo scientifico negli aspetti di base.   |     |        |     |     |             |       |      |
| 6730 000 000 16789 - 0 - DIDATTICA DELLA MATEMATICA   | CON | MAT/04 |     | 12  | 96/0/0/0    | No    | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1213 - Formazione teorica avanzata<br><b>Obiettivi:</b> Al termine del corso, lo studente:<br>- possiede i principali risultati della ricerca internazionale in didattica della matematica;<br>- e' in grado di saper gestire situazioni d'aula concrete nel processo di insegnamento-apprendimento della matematica nella scuola secondaria;<br>- e' in grado di utilizzare, gestire, criticare con competenza diversi strumenti e software per la didattica;<br>- e' in grado di usare queste conoscenze per l'elaborazione di materiali didattici efficaci da sperimentare in aula. |     |        |     |     |             |       |      |
| 6730 000 000 34732 - 0 - ELEMENTI DI ALGEBRA E GEOMETRIA DA UN PUNTO DI VISTA SUPERIORE (C.I.)  |     |        |     | 12  |             |       | Voto |
| Modulo integrato: 34733 - ELEMENTI DI ALGEBRA DA UN PUNTO DI VISTA SUPERIORE  | CON | MAT/02 |     | 6   | 40/12/0/0   | No    |      |
| <b>Ambito:</b> 1213 - Formazione teorica avanzata<br><b>Obiettivi:</b> Al termine del modulo, lo studente conosce a livello avanzato argomenti quali insiemi numerici, polinomi ed equazioni polinomiali, strutture algebriche, ed e' capace di usare sussidi vari a supporto della didattica.  |     |        |     |     |             |       |      |

|   |     |        |   |           |    |      |
|---|-----|--------|---|-----------|----|------|
| Modulo integrato: 34734 - ELEMENTI DI GEOMETRIA DA UN PUNTO DI VISTA SUPERIORE  | CON | MAT/03 | 6 | 40/12/0/0 | No |      |
| <b>Ambito:</b> 1213 - Formazione teorica avanzata   |     |        |   |           |    | B    |
| <b>Obiettivi:</b> Al termine del modulo, lo studente possiede:  |     |        |   |           |    |      |
| - nozioni avanzate sui fondamenti della matematica e della geometria nel loro sviluppo storico classico e moderno;  |     |        |   |           |    |      |
| - conoscenze specifiche per l'insegnamento della matematica.  |     |        |   |           |    |      |
| 6730 000 000 66741 - 0 - ELEMENTI DI ANALISI E DI RICERCA OPERATIVA DA UN PUNTO DI VISTA SUPERIORE  | CON | MAT/05 | 9 | 64/12/0/0 | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative  |     |        |   |           |    | C    |
| <b>Obiettivi:</b> Al termine del corso, lo studente:  |     |        |   |           |    |      |
| - possiede nozioni avanzate sui fondamenti dell'analisi matematica nel loro sviluppo classico e moderno;  |     |        |   |           |    |      |
| - possiede nozioni sui fondamenti della ricerca operativa, nel loro sviluppo moderno;   |     |        |   |           |    |      |
| - è in grado di condurre autonomamente uno studio critico dei principi fondanti dell'analisi matematica, classica e moderna, e della ricerca operativa.   |     |        |   |           |    |      |
| 6730 000 000 34740 - 0 - STORIA DELLA MATEMATICA  | CON | MAT/04 | 9 | 72/0/0/0  | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative  |     |        |   |           |    | C    |
| <b>Obiettivi:</b> Al termine del corso, lo studente:  |     |        |   |           |    |      |
| - possiede un'approfondita conoscenza storica ed epistemologica dei principali temi-chiave della matematica e del pensiero matematico; possiede altresì una buona visione panoramica generale dell'evoluzione della matematica e del pensiero matematico;                                   |     |        |   |           |    |      |
| - è in grado di usare questi strumenti culturali da un punto di vista professionale, applicandoli alla 'teoria degli ostacoli' e dunque alla valutazione ed all'intervento concreto ed efficace relativo ad alcune difficoltà oggettive degli studenti nell'apprendimento della matematica; |     |        |   |           |    |      |
| - è in grado di usare queste conoscenze per la elaborazione di materiali didattici efficaci da sperimentare in aula.  |     |        |   |           |    |      |

**Gruppo: Corsi opzionali****TAF: C Ambito: 1144 - Attivita' formative affini o integrative****Cfu min: 18 Cfu max: 18**

Note: 18 cfu a scelta tra i corsi proposti e/o tra tutti gli insegnamenti attivati nei settori scientifico disciplinari FIS/01/02/03/04/05/06/07/08 e INF/01 della Scuola di Scienze.

| Attività formativa   | TIP | SSD    | TAF | CFU | ORE F/E/L/N | FREQ. | VER. |
|--|-----|--------|-----|-----|-------------|-------|------|
| 6730 000 000 04310 - 0 - COMPLEMENTI DI ANALISI MATEMATICA   |     | MAT/05 |     | 6   | 48/0/0/0    | No    | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative   |     |        |     |     |             |       | C    |
| <b>Obiettivi:</b> Al termine del corso lo studente conosce le idee e le tecniche di base del calcolo differenziale e integrale sulle varietà. Acquisisce le principali conoscenze sulle serie trigonometriche e sulla loro convergenza puntuale, uniforme e in media quadratica. Sa usare le competenze acquisite nei modelli matematici delle scienze applicate e dell'ingegneria.  |     |        |     |     |             |       |      |
| 6730 000 000 58460 - 0 - DIDATTICA DELLA FISICA  |     | FIS/08 |     | 6   | 24/36/0/0   | No    | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative   |     |        |     |     |             |       | C    |
| <b>Obiettivi:</b> Al termine del corso, lo studente possiede le competenze necessarie per la progettazione di percorsi culturalmente significativi e didatticamente efficaci per l'insegnamento della Fisica a livello di scuola secondaria superiore, con particolare attenzione al passaggio dalla fisica classica alla fisica moderna (relatività e meccanica quantistica). In particolare, lo studente possiede gli strumenti conoscitivi e professionali per: |     |        |     |     |             |       |      |
| - analizzare e discutere i risultati della ricerca in Didattica della Fisica circa le difficoltà degli studenti nella comprensione di concetti-chiave;   |     |        |     |     |             |       |      |
| - analizzare documentazioni di ricerca (transcript e video-registrazioni) relative a episodi emblematici di comprensione della fisica;   |     |        |     |     |             |       |      |
| - utilizzare a fini didattici una pluralità di testi e materiali (libro di testo, memorie originali, testi di critica storico-epistemologica, libri/testi divulgativi, siti web, ecc.);  |     |        |     |     |             |       |      |
| - analizzare percorsi innovativi per l'insegnamento della fisica a livello di scuola secondaria superiore e costruire criteri di progettazione.  |     |        |     |     |             |       |      |

|   |   |          |  |   |           |    |      |
|---|---|----------|--|---|-----------|----|------|
| 6730 000 000 17809 - 0 - DIDATTICA E PEDAGOGIA SPECIALE   |   | M-PED/03 |  | 6 | 48/0/0/0  | No | Voto |
| <b>Ambito:</b>  | 1144 - Attivita' formative affini o integrative |          |  |   |           |    | C    |
| Obiettivi: Al termine del corso, lo studente: possiede un'approfondita conoscenza degli aspetti relativi alla didattica generale, alla pedagogia ed alla psicologia strettamente e specificamente collegati alla professione di insegnante di scuola secondaria;<br>- è in grado di applicare le conoscenze acquisite al campo specifico dell'insegnamento-apprendimento della matematica.  |   |          |  |   |           |    |      |
| 6730 000 000 B6440 - 0 - ELEMENTI DI STORIA, EPISTEMOLOGIA E SOCIOLOGIA DELLA FISICA PER L'APPRENDIMENTO  |   | FIS/08   |  | 6 | 48/0/0/0  | No | Voto |
| <b>Ambito:</b>  | 1144 - Attivita' formative affini o integrative |          |  |   |           |    | C    |
| Obiettivi: Al termine del corso, lo studente/la studentessa, interessato/a all'educazione formale e non formale, possiede strumenti concettuali e culturali per riflettere criticamente sulla scienza (sulla fisica, in particolare) e sul suo ruolo nella società attuale.<br>Facendo riferimento ad ambiti di ricerca quali l'epistemologia, la storia, la sociologia, la didattica della fisica e le scienze dell'apprendimento, il corso analizza e discute modalità di produzione, condivisione, validazione, organizzazione, trasmissione, comunicazione e comprensione della scienza (della fisica). |   |          |  |   |           |    |      |
| 6730 000 000 68486 - 0 - EQUAZIONI DIFFERENZIALI ORDINARIE  |   | MAT/05   |  | 6 | 48/0/0/0  | No | Voto |
| <b>Ambito:</b>  | 1144 - Attivita' formative affini o integrative |          |  |   |           |    | C    |
| Obiettivi: Al termine del corso, lo studente conosce i fondamenti della teoria delle equazioni differenziali ordinarie. Sa applicare le conoscenze acquisite per risolvere vari tipi di problemi, sia teorici che applicati.  |   |          |  |   |           |    |      |
| 6730 000 000 66736 - 0 - METODI NUMERICI  | CON   | MAT/08   |  | 6 | 40/0/15/0 | No | Voto |
| <b>Ambito:</b>  | 1144 - Attivita' formative affini o integrative |          |  |   |           |    | C    |
| Obiettivi: Al termine del corso, lo studente possiede strumenti numerici avanzati, teorici e computazionali, per risolvere alcuni problemi applicativi e analizzare criticamente i risultati ottenuti.  |   |          |  |   |           |    |      |
| 6730 000 000 34756 - 0 - PRINCIPI DELLA MATEMATICA  | CON   | MAT/01   |  | 6 | 48/0/0/0  | No | Voto |
| <b>Ambito:</b>  | 1144 - Attivita' formative affini o integrative |          |  |   |           |    | C    |
| Obiettivi: Al termine del corso, lo studente avrà familiarità con i concetti fondamentali nell'ambito della teoria delle categorie. Lo studente saprà altresì applicare le competenze acquisite in vari settori della matematica pura, con particolare rilievo all'algebra omologica e la teoria dell'omotopia.   |   |          |  |   |           |    |      |
| 6730 000 000 06690 - 0 - TEORIA DEI GRAFI   |   | MAT/02   |  | 6 | 48/0/0/0  | No | Voto |
| <b>Ambito:</b>  | 1144 - Attivita' formative affini o integrative |          |  |   |           |    | C    |
| Obiettivi: Alla fine del corso lo studente conosce le nozioni ed i risultati fondamentali della teoria dei grafi ed è in grado di studiare le problematiche collegate, relative a vari settori della scienza e della tecnologia.  |   |          |  |   |           |    |      |

Qualsiasi attività della Presidenza della Scuola di Scienze sede di Bologna del settore FIS/01 - FISICA SPERIMENTALE  
(20 FIS/01)

**Ambito:**

Qualsiasi attività della Presidenza della Scuola di Scienze sede di Bologna del settore FIS/02 - FISICA TEORICA, MODELLI E METODI MATEMATICI (20 FIS/02)

Ambito:

Qualsiasi attività della Presidenza della Scuola di Scienze sede di Bologna del settore FIS/03 - FISICA DELLA MATERIA (20 FIS/03)

Ambito:

Qualsiasi attività della Presidenza della Scuola di Scienze sede di Bologna del settore FIS/06 - FISICA PER IL SISTEMA TERRA E IL MEZZO CIRCUMTERRESTRE (20 FIS/06)

Ambito:

Qualsiasi attività della Presidenza della Scuola di Scienze sede di Bologna del settore FIS/07 - FISICA APPLICATA (A BENI CULTURALI, AMBIENTALI, BIOLOGIA E MEDICINA) (20 FIS/07)

Ambito:

Qualsiasi attività della Presidenza della Scuola di Scienze sede di Bologna del settore FIS/08 - DIDATTICA E STORIA DELLA FISICA (20 FIS/08)

Ambito:

Qualsiasi attività della Presidenza della Scuola di Scienze sede di Bologna del settore INF/01 - INFORMATICA (20 INF/01)

Ambito:

## Secondo Anno di Corso

### Gruppo: Attività formative obbligatorie

TAF: Ambito:

Cfu min: Cfu max:

Note:

| Attività formativa                 | TIP | SSD | TAF | CFU | ORE F/E/L/N | FREQ. | VER.     |
|------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-------------|-------|----------|
| 6730 000 000 82287 - 0 - TIROCINIO |     |     |     | 6   | 0/0/150/0   | No    | Giudizio |

Ambito: 1146 - Tirocini formativi e di orientamento

F

Obiettivi: Al termine del tirocinio, lo studente possiede una conoscenza sperimentale di uno degli argomenti del corso di studi tramite una attività progettuale svolta internamente all'Università con un docente di riferimento o in un'azienda esterna all'Unibo. È in grado di documentare tale attività progettuale tramite una relazione.

|   |        |   |          |    |      |
|---|--------|---|----------|----|------|
| 6730 000 000 81660 - 0 - COMPLEMENTI DI PROBABILITÀ E STATISTICA MATEMATICA                                   | MAT/06 | 6 | 48/0/0/0 | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 188 - Formazione modellistico-applicativa  |        |   |          |    | B    |
| <b>Obiettivi:</b> Al termine del corso, lo studente:  |        |   |          |    |      |
| - conosce alcuni importanti strumenti probabilistici e dei metodi di base della statistica matematica;        |        |   |          |    |      |
| - e' in grado di utilizzare gli strumenti probabilistici e i metodi statistici acquisiti in situazioni reali. |        |   |          |    |      |

|   |        |   |           |    |      |
|---|--------|---|-----------|----|------|
| 6730 000 000 34737 - 0 - FONDAMENTI MATEMATICI DELLA FISICA   | MAT/07 | 6 | 40/12/0/0 | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 188 - Formazione modellistico-applicativa  |        |   |           |    | B    |
| <b>Obiettivi:</b> Al termine del corso, lo studente possiede un'esatta conoscenza dei formalismi matematici che sono alla base delle principali teorie fisiche. In particolare approfondisce quelle parti della matematica che sono nate e si sono sviluppate per la comprensione totale di alcuni fenomeni fisici. Comprende meglio la fisica attraverso la conoscenza approfondita del suo linguaggio matematico. |        |   |           |    |      |

**Gruppo: Corsi a libera scelta dello studente****TAF: D Ambito: 1008 - A scelta dello studente**

**Cfu min: 12 Cfu max: 12** Num. Esami: 1 Num. Idoneità: 0  
 Il Dipartimento garantisce che, ai fini del rispetto del limite massimo di 12 esami/5 idoneità i CFU a scelta saranno acquisibili con 1 esami e 0 idoneità

Note: 12 CFU a libera scelta tra i corsi opzionali proposti e/o tra tutti gli esami attivati dall'Ateneo. I corsi a libera scelta possono essere anticipati al primo anno previo parere del Consiglio di Corso di Laurea.

| Attività formativa | TIP | SSD | TAF | CFU | ORE F/E/L/N | FREQ. | VER. |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|-------------|-------|------|
|--------------------|-----|-----|-----|-----|-------------|-------|------|

Qualsiasi attività dell'Ateneo (010)

Ambito:

**Gruppo: Prova finale****TAF: E Ambito: 1018 - Per la prova finale**

**Cfu min: 24 Cfu max: 24**

Note:

| Attività formativa | TIP | SSD | TAF | CFU | ORE F/E/L/N | FREQ. | VER. |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|-------------|-------|------|
|--------------------|-----|-----|-----|-----|-------------|-------|------|

|  |  |  |  |    |           |    |          |
|--|--|--|--|----|-----------|----|----------|
| 6730 000 000 81355 - 0 - PREPARAZIONE PROVA FINALE ALL'ESTERO  |  |  |  | 10 | 0/0/300/0 | No | Giudizio |
| <b>Ambito:</b> 1018 - Per la prova finale  |  |  |  |    |           |    | E        |
| <b>Obiettivi:</b> Al termine dell'attività svolta in una struttura esterna o interna all'università, lo studente:  |  |  |  |    |           |    |          |
| - possiede conoscenze pratiche di tipo strumentale hardware o software o di ricerca bibliografica anche via web eventualmente propedeutiche alla prova finale; |  |  |  |    |           |    |          |
| - è in grado di organizzare meglio la propria attività lavorativa.   |  |  |  |    |           |    |          |

|  |    |           |    |          |
|--|----|-----------|----|----------|
| 6730 000 000 17268 - 0 - PROVA FINALE  | 24 | 0/0/0/0   | No |          |
| <b>Ambito:</b> 1018 - Per la prova finale<br><b>Obiettivi:</b> Al termine della prova finale, lo studente sviluppa e sa discutere di:<br>- argomenti matematici teorici a cui apporta contributi originali;<br>- modelli matematici delle scienze applicate con metodi analitici o computazionali;<br>- argomenti teorico/pratici connessi con la didattica della Matematica;<br>- argomenti teorici connessi con lo sviluppo storico e l'analisi dei fondamenti di teorie matematiche di base ed avanzate.<br><b>In particolare, lo studente:</b><br>- sa mostrare un'applicazione avanzata delle metodologie di indagine nel settore prescelto;<br>- e' in grado di eseguire un lavoro produttivo nell'ambito di un gruppo di lavoro opportunamente coordinato;<br>- e' capace di organizzare, presentare e discutere, il lavoro oggetto della prova finale. | D  |           |    |          |
| 6730 000 000 97091 - 0 - PROVA FINALE (14 CFU)   | 14 | 0/0/0/0   | No |          |
| <b>Ambito:</b> 1018 - Per la prova finale<br><b>Obiettivi:</b> Al termine della prova finale, lo studente sviluppa e sa discutere di:<br>- argomenti matematici teorici a cui apporta contributi originali;<br>- modelli matematici delle scienze applicate con metodi analitici o computazionali;<br>- argomenti teorico/pratici connessi con la didattica della Matematica;<br>- argomenti teorici connessi con lo sviluppo storico e l'analisi dei fondamenti di teorie matematiche di base ed avanzate.<br><b>In particolare, lo studente:</b><br>- sa mostrare un'applicazione avanzata delle metodologie di indagine nel settore prescelto;<br>- e' in grado di eseguire un lavoro produttivo nell'ambito di un gruppo di lavoro opportunamente coordinato;  | E  |           |    |          |
| 6730 000 000 70441 - 0 - TIROCINIO IN PREPARAZIONE DELLA PROVA FINALE  | 10 | 0/0/250/0 | No | Giudizio |
| <b>Ambito:</b> 1018 - Per la prova finale<br><b>Obiettivi:</b> Al termine della preparazione della prova finale, lo studente ha studiato approfonditamente una tematica inerente:<br>- argomenti matematici teorici a cui apporta contributi originali;<br>- modelli matematici delle scienze applicate con metodi analitici o computazionali;<br>- argomenti teorico/pratici connessi con la didattica della Matematica;<br><b>Inoltre, lo studente:</b><br>- sa interagire con un ambiente lavorativo eterogeneo;<br>- sa tradurre in linguaggio matematico un problema applicativo e individuare gli strumenti più idonei ad affrontarlo.   | E  |           |    |          |
| 6730 000 000 81354 - 0 - TIROCINIO IN PREPARAZIONE DELLA PROVA FINALE ALL'ESTERO   | 10 | 0/0/250/0 | No | Giudizio |
| <b>Ambito:</b> 1018 - Per la prova finale<br><b>Obiettivi:</b> Al termine della preparazione della prova finale, lo studente ha studiato approfonditamente una tematica inerente:<br>- argomenti matematici teorici a cui apporta contributi originali;<br>- modelli matematici delle scienze applicate con metodi analitici o computazionali;<br>- argomenti teorico/pratici connessi con la didattica della Matematica;<br><b>Inoltre, lo studente:</b><br>- sa interagire con un ambiente internazionale;<br>- conosce l'ambiente lavorativo o accademico di un Paese estero.   | E  |           |    |          |

**Anno Accademico** 2025/2026  
**Scuola** Scienze  
**Classe** LM-40 R-MATEMATICA  
**Corso** 6730-MATEMATICA

**Curriculum: CURRICULUM ADVANCED MATHEMATICS FOR APPLICATIONS (C16)**

### Primo Anno di Corso

**Gruppo: Compulsory Courses**

**TAF: Ambito:**

**Cfu min: Cfu max:**

Note:

| Attività formativa  | TIP | SSD    | TAF | CFU | ORE F/E/L/N | FREQ. VER. |
|---|-----|--------|-----|-----|-------------|------------|
| 6730 000 000 97476 - 0 - ADVANCED ANALYSIS AND RIEMANNIAN GEOMETRY  |     |        |     | 12  |             | Voto       |
| Modulo integrato: 96756 - ADVANCED MATHEMATICAL ANALYSIS  |     | MAT/05 |     | 6   | 40/12/0/0   | No         |
| <b>Ambito:</b> 1213 - Formazione teorica avanzata   |     |        | B   |     |             |            |
| <b>Obiettivi:</b> At the end of the course, students will possess the knowledge of the main instruments of advance mathematical analysis: Sobolev spaces, spaces of generalized functions, Fourier transform. These tools will be the main instruments necessary to the quantitative and qualitative study of properties of the solutions to PDEs.  |     |        |     |     |             |            |
| <b>Obiettivi inglese:</b> At the end of the course, students will possess the knowledge of the main instruments of advance mathematical analysis: Sobolev spaces, spaces of generalized functions, Fourier transform. These tools will be the main instruments necessary to the quantitative and qualitative study of properties of the solutions to PDEs.  |     |        |     |     |             |            |
| Modulo integrato: 96757 - RIEMANNIAN GEOMETRY   |     | MAT/03 |     | 6   | 40/12/0/0   | No         |
| <b>Ambito:</b> 1213 - Formazione teorica avanzata   |     |        | B   |     |             |            |
| <b>Obiettivi:</b> At the end of the course, the student acquires advanced knowledge on differential calculus on smooth manifolds and knowledge on the main problems and methods that arise from the study of Riemannian structures, particularly with regard to geodesics. The student knows the fundamental examples and is able to handle the main tools of the theory that can be used to construct mathematical models.         |     |        |     |     |             |            |
| <b>Obiettivi inglese:</b> At the end of the course, the student acquires advanced knowledge on differential calculus on smooth manifolds and knowledge on the main problems and methods that arise from the study of Riemannian structures, particularly with regard to geodesics. The student knows the fundamental examples and is able to handle the main tools of the theory that can be used to construct mathematical models. |     |        |     |     |             |            |

**Gruppo: GROUP 1a - Elective courses****TAF: B Ambito: 1213 - Formazione teorica avanzata****Cfu min: 6 Cfu max: 6**

Note: Choose 6 credits among the following courses:

| Attività formativa  | TIP | SSD    | TAF | CFU | ORE F/E/L/N | FREQ. | VER. |
|---|-----|--------|-----|-----|-------------|-------|------|
| 6730 000 000 96760 - 0 - GEOMETRIC AND TOPOLOGICAL TOOLS FOR APPLICATIONS   |     | MAT/03 |     | 6   | 40/12/0/0   | No    | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1213 - Formazione teorica avanzata   |     |        | B   |     |             |       |      |
| <b>Obiettivi:</b> At the end of the course the student acquires the knowledge of geometric and topological tools that could be used to construct mathematical models. The student knows some examples that could be involved in applications.   |     |        |     |     |             |       |      |
| <b>Obiettivi inglese:</b> At the end of the course the student acquires the knowledge of geometric and topological tools that could be used to construct mathematical models. The student knows some examples that could be involved in applications.   |     |        |     |     |             |       |      |
| 6730 000 000 96758 - 0 - PDEs   |     | MAT/05 |     | 6   | 40/12/0/0   | No    | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1213 - Formazione teorica avanzata   |     |        | B   |     |             |       |      |
| <b>Obiettivi:</b> At the end of the course, students will be able to study linear PDEs of first and second order, mainly by classical methods. This knowledge is fundamental to all the theoretical and modelling applications.   |     |        |     |     |             |       |      |
| <b>Obiettivi inglese:</b> At the end of the course, students will be able to study linear PDEs of first and second order, mainly by classical methods. This knowledge is fundamental to all the theoretical and modelling applications.   |     |        |     |     |             |       |      |
| 6730 000 000 96759 - 0 - REPRESENTATION THEORY  |     | MAT/02 |     | 6   | 40/12/0/0   | No    | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1213 - Formazione teorica avanzata   |     |        | B   |     |             |       |      |
| <b>Obiettivi:</b> At the end of the course, the student knows the fundamental notions of finite-dimensional Lie algebras and their representation theory. The student is able to handle the main tools of this theory that can be used to construct mathematical models.  |     |        |     |     |             |       |      |
| <b>Obiettivi inglese:</b> At the end of the course, the student knows the fundamental notions of finite-dimensional Lie algebras and their representation theory. The student is able to handle the main tools of this theory that can be used to construct mathematical models.  |     |        |     |     |             |       |      |
| 6730 000 000 96768 - 0 - TORIC GEOMETRY AND APPLICATIONS  |     | MAT/03 |     | 6   | 48/0/0/0    | No    | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1213 - Formazione teorica avanzata   |     |        | B   |     |             |       |      |
| <b>Obiettivi:</b> At the end of the course, students have a firm knowledge of the geometry of toric varieties and they know some of their applications. In particular, they understand the connection between toric varieties and combinatorics. They are able to use this knowledge in their research and for the construction of mathematical models.         |     |        |     |     |             |       |      |
| <b>Obiettivi inglese:</b> At the end of the course, students have a firm knowledge of the geometry of toric varieties and they know some of their applications. In particular, they understand the connection between toric varieties and combinatorics. They are able to use this knowledge in their research and for the construction of mathematical models. |     |        |     |     |             |       |      |

**Gruppo: GROUP 1b - Elective courses****TAF: B Ambito: 188 - Formazione modellistico-applicativa****Cfu min: 18 Cfu max: 18**

Note: Choose 18 credits among the following courses:

| Attività formativa | TIP | SSD | TAF | CFU | ORE F/E/L/N | FREQ. | VER. |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|-------------|-------|------|
|--------------------|-----|-----|-----|-----|-------------|-------|------|

|   |        |   |           |    |      |
|---|--------|---|-----------|----|------|
| 6730 000 000 97263 - 0 - MATHEMATICAL FOUNDATIONS OF QUANTUM COMPUTATION  | MAT/07 | 6 | 40/12/0/0 | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative  | C      |   |           |    |      |
| <b>Obiettivi:</b> At the end of the course the student is acquainted with the basic aspects of quantum computation like those of entanglement, qubits, quantum algorithms and information. He is able to deal with the classical problems of the subject.   |        |   |           |    |      |
| <b>Obiettivi inglese:</b> At the end of the course the student is acquainted with the basic aspects of quantum computation like those of entanglement, qubits, quantum algorithms and information. He is able to deal with the classical problems of the subject.   |        |   |           |    |      |
| 6730 000 000 96764 - 0 - MATHEMATICS FOR COMPLEX SYSTEMS  | MAT/07 | 6 | 40/12/0/0 | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 188 - Formazione modellistico-applicativa  | B      |   |           |    |      |
| <b>Obiettivi:</b> At the end of the course the student :  |        |   |           |    |      |
| - has in-depth knowledge of the possible applications of complex system's theory to the study of statistical inference and machine learning problems;   |        |   |           |    |      |
| - is able to introduce a stochastic generative model, set up an inference procedure to extract information from data and discuss process complexity and theoretical limits of the inference/learning performance from the perspective of the theory of complex systems and phase transitions.   |        |   |           |    |      |
| <b>Obiettivi inglese:</b> At the end of the course the student :  |        |   |           |    |      |
| - has in-depth knowledge of the possible applications of complex system's theory to the study of statistical inference and machine learning problems;   |        |   |           |    |      |
| - is able to introduce a stochastic generative model, set up an inference procedure to extract information from data and discuss process complexity and theoretical limits of the inference/learning performance from the perspective of the theory of complex systems and phase transitions.   |        |   |           |    |      |
| 6730 000 000 96765 - 0 - NUMERICAL DIFFERENTIAL EQUATIONS   | MAT/08 | 6 | 40/0/15/0 | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 188 - Formazione modellistico-applicativa  | B      |   |           |    |      |
| <b>Obiettivi:</b> At the end of the course, students know advanced methods for the numerical treatment of partial differential problems in two and three dimensions. In particular, students are able to examine the construction, the convergence and the implementation details of the principal methods associated with the numerical solution of important model problems occurring in scientific and social applications.  |        |   |           |    |      |
| <b>Obiettivi inglese:</b> At the end of the course, students know advanced methods for the numerical treatment of partial differential problems in two and three dimensions. In particular, students are able to examine the construction, the convergence and the implementation details of the principal methods associated with the numerical solution of important model problems occurring in scientific and social applications.  |        |   |           |    |      |
| 6730 000 000 35433 - 0 - NUMERICAL METHODS  | MAT/08 | 6 | 40/0/15/0 | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 188 - Formazione modellistico-applicativa  | B      |   |           |    |      |
| <b>Obiettivi:</b> At the end of the course, students know basic numerical methods for evolutive ordinary and partial differential problems, together with their main theoretical and computational properties. In particular, students are able to analyze the properties of numerical methods; constructively examine corresponding computational results; advance their scientific computing education in higher level courses; employ the acquired numerical skills in a variety of application areas.         |        |   |           |    |      |
| <b>Obiettivi inglese:</b> At the end of the course, students know basic numerical methods for evolutive ordinary and partial differential problems, together with their main theoretical and computational properties. In particular, students are able to analyze the properties of numerical methods; constructively examine corresponding computational results; advance their scientific computing education in higher level courses; employ the acquired numerical skills in a variety of application areas. |        |   |           |    |      |
| 6730 000 000 B0319 - 0 - STOCHASTIC CALCULUS I  | MAT/06 | 6 | 40/12/0/0 | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative  | B      |   |           |    |      |
| <b>Obiettivi:</b> At the end of the course, the students know the fundamentals of the theory of stochastic processes in discrete and continuous time that naturally intervene in applications in Physics, Economics, Biology and Engineering.   |        |   |           |    |      |
| <b>Obiettivi inglese:</b> At the end of the course, the students know the fundamentals of the theory of stochastic processes in discrete and continuous time that naturally intervene in applications in Physics, Economics, Biology and Engineering.   |        |   |           |    |      |

|   |        |   |           |    |      |
|---|--------|---|-----------|----|------|
| 6730 000 000 B0320 - 0 - STOCHASTIC CALCULUS II | MAT/06 | 6 | 40/12/0/0 | No | Voto |
|---|--------|---|-----------|----|------|

**Ambito:**

B

Obiettivi: At the end of the course, the student knows the fundamental ideas and tools of stochastic control theory in continuous time and its connections with the theory of parabolic and elliptic partial differential equations. The student can independently carry out further studies on stochastic dynamic optimization for a wide range of applications (Economics, Finance, Biology, Epidemiology, Engineering).

Obiettivi inglese: At the end of the course, the student knows the fundamental ideas and tools of stochastic control theory in continuous time and its connections with the theory of parabolic and elliptic partial differential equations. The student can independently carry out further studies on stochastic dynamic optimization for a wide range of applications (Economics, Finance, Biology, Epidemiology, Engineering).

**Gruppo: GROUP 2 - Elective courses****TAF: B Ambito: 1213 - Formazione teorica avanzata****Cfu min: 6 Cfu max: 6**

Note: Choose 6 credits among the following courses:

| Attività formativa  | TIP | SSD    | TAF | CFU | ORE F/E/L/N | FREQ. | VER. |
|---|-----|--------|-----|-----|-------------|-------|------|
| 6730 000 000 96774 - 0 - APPLIED ANALYSIS AND MODELLING   |     | MAT/05 |     | 6   | 48/0/0/0    | No    | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1213 - Formazione teorica avanzata   |     |        | B   |     |             |       |      |
| Obiettivi: At the end of the course, the student has the ability of finding ad hoc instruments from several areas of analysis, to describe problems coming from different domains of applications.  |     |        |     |     |             |       |      |
| Obiettivi inglese: At the end of the course, the student has the ability of finding ad hoc instruments from several areas of analysis, to describe problems coming from different domains of applications.  |     |        |     |     |             |       |      |
| 6730 000 000 96771 - 0 - CALCULUS OF VARIATIONS   |     | MAT/05 |     | 6   | 48/0/0/0    | No    | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1213 - Formazione teorica avanzata   |     |        | B   |     |             |       |      |
| Obiettivi: At the end of the course, the student has a knowledge of some advanced chapters of classical and direct methods in calculus variations, with application to some topic of deep recent interest.  |     |        |     |     |             |       |      |
| Obiettivi inglese: At the end of the course, the student has a knowledge of some advanced chapters of classical and direct methods in calculus variations, with application to some topic of deep recent interest.  |     |        |     |     |             |       |      |
| 6730 000 000 96773 - 0 - COMPLEX ANALYSIS   |     | MAT/05 |     | 6   | 48/0/0/0    | No    | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1213 - Formazione teorica avanzata   |     |        | B   |     |             |       |      |
| Obiettivi: At the end of the course, the student is conversant with some advanced topics and techniques in complex analysis, in one or several variables, and their applications.   |     |        |     |     |             |       |      |
| Obiettivi inglese: At the end of the course, the student is conversant with some advanced topics and techniques in complex analysis, in one or several variables, and their applications.   |     |        |     |     |             |       |      |
| 6730 000 000 96767 - 0 - COMPUTATIONAL ALGEBRA  |     | MAT/02 |     | 6   | 48/0/0/0    | No    | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1213 - Formazione teorica avanzata   |     |        | B   |     |             |       |      |
| Obiettivi: At the end of the course, the student knows Gröbner bases and the related algorithms. The student will learn some applications of Gröbner basis to cinematic problems of robotics, error-correcting linear codes and algebraic statistics. The student is able to use this knowledge for solving computational problems in commutative algebra and algebraic geometry.         |     |        |     |     |             |       |      |
| Obiettivi inglese: At the end of the course, the student knows Gröbner bases and the related algorithms. The student will learn some applications of Gröbner basis to cinematic problems of robotics, error-correcting linear codes and algebraic statistics. The student is able to use this knowledge for solving computational problems in commutative algebra and algebraic geometry. |     |        |     |     |             |       |      |

|   |        |   |          |    |      |
|---|--------|---|----------|----|------|
| 6730 000 000 96769 - 0 - COMPUTATIONAL TOPOLOGY   | MAT/03 | 6 | 48/0/0/0 | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1213 - Formazione teorica avanzata   |        |   |          |    | B    |
| Obiettivi: At the end of the course, the student knows some topics in computational topology, such as methods to study the shape of point clouds via the construction of suitable simplicial complexes (e.g., ech and Vietoris-Rips complexes) and the use of simplicial homology and cohomology.         |        |   |          |    |      |
| Obiettivi inglese: At the end of the course, the student knows some topics in computational topology, such as methods to study the shape of point clouds via the construction of suitable simplicial complexes (e.g., ech and Vietoris-Rips complexes) and the use of simplicial homology and cohomology. |        |   |          |    |      |
| 6730 000 000 96775 - 0 - FUNCTIONAL ANALYSIS AND OPERATOR THEORY  | MAT/05 | 6 | 48/0/0/0 | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1213 - Formazione teorica avanzata   |        |   |          |    | B    |
| Obiettivi: At the end of the course, the student has a knowledge of some advanced chapters of functional analysis, operator theory, and spectral theory, and their applications.  |        |   |          |    |      |
| Obiettivi inglese: At the end of the course, the student has a knowledge of some advanced chapters of functional analysis, operator theory, and spectral theory, and their applications.  |        |   |          |    |      |
| 6730 000 000 96770 - 0 - GRAPH THEORY AND APPLICATIONS  | MAT/03 | 6 | 48/0/0/0 | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1213 - Formazione teorica avanzata   |        |   |          |    | B    |
| Obiettivi: At the end of the course, the student knows some topics in the contemporary research in graph theory. The student is able to apply this knowledge to problems in computer science, neural networks and economical models.  |        |   |          |    |      |
| Obiettivi inglese: At the end of the course, the student knows some topics in the contemporary research in graph theory. The student is able to apply this knowledge to problems in computer science, neural networks and economical models.  |        |   |          |    |      |
| 6730 000 000 96766 - 0 - LIE THEORY   | MAT/02 | 6 | 48/0/0/0 | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1213 - Formazione teorica avanzata   |        |   |          |    | B    |
| Obiettivi: At the end of the course, the student knows some objects among infinite-dimensional Lie algebras, Lie groups and flag varieties. The student is able to handle advanced tools in Representation theory in order to construct mathematical models.  |        |   |          |    |      |
| Obiettivi inglese: At the end of the course, the student knows some objects among infinite-dimensional Lie algebras, Lie groups and flag varieties. The student is able to handle advanced tools in Representation theory in order to construct mathematical models.                                      |        |   |          |    |      |
| 6730 000 000 96772 - 0 - REAL AND HARMONIC ANALYSIS   | MAT/05 | 6 | 48/0/0/0 | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1213 - Formazione teorica avanzata   |        |   |          |    | B    |
| Obiettivi: At the end of the course, the student has a knowledge of some basic features and methods of real and harmonic analysis.  |        |   |          |    |      |
| Obiettivi inglese: At the end of the course, the student has a knowledge of some basic features and methods of real and harmonic analysis.  |        |   |          |    |      |
| 6730 000 000 B0321 - 0 - TOPOLOGICAL DATA ANALYSIS  | MAT/03 | 6 | 48/0/0/0 | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative  |        |   |          |    | C    |
| Obiettivi: At the end of the course, students acquire essential knowledge of geometric and topological methods for practical applications, with a focus on persistent homology and other tools from Topological Data Analysis. They are able to apply topological methods in various contexts.            |        |   |          |    |      |
| Obiettivi inglese: At the end of the course, students acquire essential knowledge of geometric and topological methods for practical applications, with a focus on persistent homology and other tools from Topological Data Analysis. They are able to apply topological methods in various contexts.    |        |   |          |    |      |

**Gruppo: GROUP 3 - Elective courses (1° year)****TAF: C Ambito: 1144 - Attivita' formative affini o integrative****Cfu min: 18 Cfu max: 18**

Note: CChoose 30 credits in your first or second year among: - the following courses; - the courses of the other lists (not yet chosen) - the courses of the Curriculum Generale. At least 12 of the 18 credits should be included in the first year plan.

| <b>Attività formativa</b>   | <b>TIP</b> | <b>SSD</b> | <b>TAF</b> | <b>CFU</b> | <b>ORE F/E/L/N</b> | <b>FREQ.</b> | <b>VER.</b> |
|---|------------|------------|------------|------------|--------------------|--------------|-------------|
| 6730 000 000 97264 - 0 - ADVANCED MECHANICS   |            | MAT/07     |            | 6          | 48/0/0/0           | No           | Voto        |
| <p><b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative</p> <p><b>Obiettivi:</b> At the end of the course, the student:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- has in-depth knowledge of quantum mechanics, ergodic theory, disordered systems;</li> <li>- Is able to independently conduct the in-depth analysis towards the most recent developments of the above mentioned issues.</li> </ul> <p><b>Obiettivi inglese:</b> At the end of the course, the student:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- has in-depth knowledge of quantum mechanics, ergodic theory, disordered systems;</li> <li>- Is able to independently conduct the in-depth analysis towards the most recent developments of the above mentioned issues.</li> </ul>               |            |            |            |            |                    |              |             |
| 6730 000 000 96785 - 0 - APPLIED ANALYSIS IN LIE GROUPS AND METRIC SPACES   |            | MAT/05     |            | 6          | 48/0/0/0           | No           | Voto        |
| <p><b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative</p> <p><b>Obiettivi:</b> At the end of the course, the student possesses knowledge of the main instruments of analysis in Lie groups or in metric spaces. The student will be able to express with these instruments models of brain functionality, robotics or finance.</p> <p><b>Obiettivi inglese:</b> At the end of the course, the student possesses knowledge of the main instruments of analysis in Lie groups or in metric spaces. The student will be able to express with these instruments models of brain functionality, robotics or finance.</p>   |            |            |            |            |                    |              |             |
| 6730 000 000 96783 - 0 - BIOMEDICAL MATHEMATICAL MODELS   |            | MAT/05     |            | 6          | 48/0/0/0           | No           | Voto        |
| <p><b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative</p> <p><b>Obiettivi:</b> At the end of the course, the student has knowledge of analytic approach to biomedical and biomechanical problems. The student is able to express these problems with instruments of geometrical analysis and differential equations.</p> <p><b>Obiettivi inglese:</b> At the end of the course, the student has knowledge of analytic approach to biomedical and biomechanical problems. The student is able to express these problems with instruments of geometrical analysis and differential equations.</p>   |            |            |            |            |                    |              |             |
| 6730 000 000 97266 - 0 - COMPUTATIONAL OPTIMIZATION   |            | MAT/08     |            | 6          | 40/0/15/0          | No           | Voto        |
| <p><b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative</p> <p><b>Obiettivi:</b> At the end of the course, students know the most used algorithms for unconstrained and constrained problems, their principal theoretical properties and the implementation aspects. In particular, students are able to critically use public domain software for solving optimization problems arising in applications.</p> <p><b>Obiettivi inglese:</b> At the end of the course, students know the most used algorithms for unconstrained and constrained problems, their principal theoretical properties and the implementation aspects. In particular, students are able to critically use public domain software for solving optimization problems arising in applications.</p> |            |            |            |            |                    |              |             |
| 6730 000 000 96782 - 0 - CONTACT, SYMPLECTIC AND RIEMANNIAN STRUCTURES FOR APPLICATIONS   |            | MAT/03     |            | 6          | 48/0/0/0           | No           | Voto        |
| <p><b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative</p> <p><b>Obiettivi:</b> At the end of the course, the student has a knowledge of some advanced topics in symplectic, contact and Riemannian geometry and their interactions, with application to some topic of deep recent interest.</p> <p><b>Obiettivi inglese:</b> At the end of the course, the student has a knowledge of some advanced topics in symplectic, contact and Riemannian geometry and their interactions, with application to some topic of deep recent interest.</p>   |            |            |            |            |                    |              |             |

|   |           |   |           |    |      |
|---|-----------|---|-----------|----|------|
| 6730 000 000 97437 - 0 - FINANCIAL ENGINEERING  | SECS-S/06 | 6 | 48/0/0/0  | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative  | C         |   |           |    |      |
| <p>Obiettivi: The course is orientated towards concrete computation and practical handling of the mathematical problems related to the design and valuation of financial products with customized features. The fundamentals of stochastic processes and the classical Black-Scholes theory are assumed as a prerequisite. The course combines the probabilistic approach of martingale measures with the methodological approach based on the solution to partial differential equation into an integrated treatment of the pricing and hedging of financial securities, with a special emphasis on exotic derivatives and structured bonds. Numerous worked-out examples will be offered as well as a large number of exercises to consolidate what has already been learnt. At the end of the course, students will be able to develop concrete pricing formulas for a large number of fairly complicated derivatives and structured bonds. The aim is to provide further motivation to employ various mathematical tools studied in other courses and to discover more on the subject than can be covered in this introductory course.</p> <p>Obiettivi inglese: The course is orientated towards concrete computation and practical handling of the mathematical problems related to the design and valuation of financial products with customized features. The fundamentals of stochastic processes and the classical Black-Scholes theory are assumed as a prerequisite. The course combines the probabilistic approach of martingale measures with the methodological approach based on the solution to partial differential equation into an integrated treatment of the pricing and hedging of financial securities, with a special emphasis on exotic derivatives and structured bonds. Numerous worked-out examples will be offered as well as a large number of exercises to consolidate what has already been learnt. At the end of the course, students will be able to develop concrete pricing formulas for a large number of fairly complicated derivatives and structured bonds. The aim is to provide further motivation to employ various mathematical tools studied in other courses and to discover more on the subject than can be covered in this introductory course.</p> |           |   |           |    |      |
| 6730 000 000 96786 - 0 - FOURIER ANALYSIS   | MAT/05    | 6 | 48/0/0/0  | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative  | C         |   |           |    |      |
| <p>Obiettivi: At the end of the course, the student will have a good Knowledge of Fourier theory and wavelets analysis. The student will possess both theoretical and computation ability to solve applied problems through such tools.</p> <p>Obiettivi inglese: At the end of the course, the student will have a good Knowledge of Fourier theory and wavelets analysis. The student will possess both theoretical and computation ability to solve applied problems through such tools.</p>   |           |   |           |    |      |
| 6730 000 000 97436 - 0 - FOURIER METHODS AND PSEUDODIFFERENTIAL EQUATIONS IN FINANCE  | SECS-S/06 | 6 | 48/0/0/0  | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative  | C         |   |           |    |      |
| <p>Obiettivi: At the end of the course, students will become familiar with the mathematical tools behind the non-Gaussian pricing theory for Finance. In particular, standard technical tools from the theory of Fourier and Laplace transform, generalized functions and complex analysis will be presented, along with an introduction to the calculus of the pseudodifferential operators which are infinitesimal generators of Lévy processes or more general Feller processes. Several applications to the pricing of financial derivatives will be discussed. Students will acquire the ability to derive explicit valuation formulas for financial securities in a non-Gaussian environment and, at the same time, learn how to perform numerical exercises for their practical implementation.</p> <p>Obiettivi inglese: At the end of the course, students will become familiar with the mathematical tools behind the non-Gaussian pricing theory for Finance. In particular, standard technical tools from the theory of Fourier and Laplace transform, generalized functions and complex analysis will be presented, along with an introduction to the calculus of the pseudodifferential operators which are infinitesimal generators of Lévy processes or more general Feller processes. Several applications to the pricing of financial derivatives will be discussed. Students will acquire the ability to derive explicit valuation formulas for financial securities in a non-Gaussian environment and, at the same time, learn how to perform numerical exercises for their practical implementation.</p>   |           |   |           |    |      |
| 6730 000 000 97268 - 0 - GEOMETRIC MODELLING  | MAT/08    | 6 | 40/0/15/0 | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative  | C         |   |           |    |      |
| <p>Obiettivi: By the end of the course, a student will be familiar with the main techniques for constructing geometric models on a computer, particularly with numerical methods for curves and surfaces. A successful learner can apply the discussed approaches for approximating univariate and multivariate functions and datasets, implement them within a programming environment, and critically evaluate the results.</p> <p>Obiettivi inglese: By the end of the course, a student will be familiar with the main techniques for constructing geometric models on a computer, particularly with numerical methods for curves and surfaces. A successful learner can apply the discussed approaches for approximating univariate and multivariate functions and datasets, implement them within a programming environment, and critically evaluate the results.</p>   |           |   |           |    |      |
| 6730 000 000 97926 - 0 - GEOMETRIC NUMBER THEORY  | MAT/02    | 6 | 48/0/0/0  | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1008 - A scelta dello studente   | C         |   |           |    |      |
| <p>Obiettivi: At the end of the course, the students have an advanced knowledge in number theory and arithmetic geometry. They are able to use this knowledge both in algebraic and geometric settings.</p> <p>Obiettivi inglese: At the end of the course, the students have an advanced knowledge in number theory and arithmetic geometry. They are able to use this knowledge both in algebraic and geometric settings.</p>   |           |   |           |    |      |

|  |        |   |           |    |      |
|--|--------|---|-----------|----|------|
| 6730 000 000 96777 - 0 - GROUP THEORY AND APPLICATIONS   | MAT/02 | 6 | 48/0/0/0  | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative   | C      |   |           |    |      |
| Obiettivi: At the end of the course, the student knows algebraic tools that could be used for mathematical modelling, such as harmonic analysis on finite groups. The student is capable of applying the theory to concrete examples coming from other scientific fields.  |        |   |           |    |      |
| Obiettivi inglese: At the end of the course, the student knows algebraic tools that could be used for mathematical modelling, such as harmonic analysis on finite groups. The student is capable of applying the theory to concrete examples coming from other scientific fields.  |        |   |           |    |      |
| 6730 000 000 97265 - 0 - INFORMATION THEORY AND COMPLEXITY   | MAT/07 | 6 | 48/0/0/0  | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative   | C      |   |           |    |      |
| Obiettivi: Upon successful completion of the course, the student: - has acquired then most important notions of information theory and the fundamentals of the theory of algorithmic complexity, also with reference to applications; - is able to autonomously conduct further studies, computational implementations and devise applications related to the aforementioned topics.   |        |   |           |    |      |
| Obiettivi inglese: Upon successful completion of the course, the student: - has acquired then most important notions of information theory and the fundamentals of the theory of algorithmic complexity, also with reference to applications; - is able to autonomously conduct further studies, computational implementations and devise applications related to the aforementioned topics.   |        |   |           |    |      |
| 6730 000 000 95662 - 3 - INTRODUCTION TO MACHINE LEARNING  | MAT/06 | 6 | 48/0/0/0  | No | Voto |
| <b>Ambito:</b>   | C      |   |           |    |      |
| Obiettivi: Alla fine del corso, gli studenti avranno acquisito una solida comprensione delle principali tecniche di machine learning. Avranno le competenze per applicare e adattare efficacemente questi metodi in diverse situazioni. Inoltre, gli studenti saranno dotati di conoscenze fondamentali dei concetti probabilistici che sottendono questi metodi.  |        |   |           |    |      |
| Obiettivi inglese: At the end of the course, students will have gained a comprehensive understanding of key machine learning techniques. They will have the skills to effectively apply and adapt these methods across diverse situations. Additionally, students will be equipped with fundamental knowledge of the probabilistic concepts underpinning these methods.  |        |   |           |    |      |
| 6730 000 000 96778 - 0 - KNOT THEORY AND APPLICATIONS  | MAT/03 | 6 | 48/0/0/0  | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative   | C      |   |           |    |      |
| Obiettivi: At the end of the course, the student knows the basics of knot theory and some applications. In particular the student knows the relation between links and braids and is able to compute numerical, polynomial and algebraic invariants. The student is aware of how this theory could be used in biochemical models and is able to solve problems in this setting.  |        |   |           |    |      |
| Obiettivi inglese: At the end of the course, the student knows the basics of knot theory and some applications. In particular the student knows the relation between links and braids and is able to compute numerical, polynomial and algebraic invariants. The student is aware of how this theory could be used in biochemical models and is able to solve problems in this setting.  |        |   |           |    |      |
| 6730 000 000 98610 - 0 - LOW DIMENSIONAL TOPOLOGY  | MAT/03 | 6 | 48/0/0/0  | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative   | C      |   |           |    |      |
| Obiettivi: At the end of the course the student reaches an advanced knowledge in the field of geometric topology, in particular with respect to 3 and 4 dimensional manifolds and to the algebraic and differential techniques used to study the geometry of these manifolds.  |        |   |           |    |      |
| Obiettivi inglese: At the end of the course the student reaches an advanced knowledge in the field of geometric topology, in particular with respect to 3 and 4 dimensional manifolds and to the algebraic and differential techniques used to study the geometry of these manifolds.  |        |   |           |    |      |
| 6730 000 000 B3093 - 0 - MATHEMATICAL AND MACHINE LEARNING METHODS IN IMAGING  | MAT/08 | 6 | 40/0/15/0 | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative   | C      |   |           |    |      |
| Obiettivi: Al termine del corso, gli studenti conoscono metodi di regolarizzazione variazionale e di machine learning per problemi in imaging, sia da un punto di vista teorico che computazionale. In particolare, gli studenti sono in grado di implementare algoritmi per applicazioni di imaging avanzate, combinando strumenti di ottimizzazione e apprendimento automatico, e di valutare criticamente i risultati numerici.                               |        |   |           |    |      |
| Obiettivi inglese: At the end of the course, students have numerical and computational knowledge on variational regularization and machine learning methods for imaging problems, both from a theoretical, and a computational point of view. In particular, students are able to implement algorithmic strategies for challenging imaging applications, by combining optimization and machine learning tools, and to critically evaluate the numerical results. |        |   |           |    |      |

|   |           |   |           |    |      |
|---|-----------|---|-----------|----|------|
| 6730 000 000 97439 - 0 - MATHEMATICAL AND STATISTICAL METHODS FOR DATA SCIENCE  | SECS-S/06 | 6 | 48/0/0/0  | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative  | C         |   |           |    |      |
| Obiettivi: The course aims at providing students with the mathematical and statistical tools for the analysis of data. The first part of the course is devoted to the main concepts of statistical inference and testing, with a special emphasis on high dimensional data analysis and methods to cope with curse of dimensionality. The second part of the course focuses on methods of machine learning and artificial intelligence applied to data analysis. The course provides both mathematical foundations of the presented methods and practical implementation of the tools for the analysis of real data.  |           |   |           |    |      |
| Obiettivi inglese: The course aims at providing students with the mathematical and statistical tools for the analysis of data. The first part of the course is devoted to the main concepts of statistical inference and testing, with a special emphasis on high dimensional data analysis and methods to cope with curse of dimensionality. The second part of the course focuses on methods of machine learning and artificial intelligence applied to data analysis. The course provides both mathematical foundations of the presented methods and practical implementation of the tools for the analysis of real data.  |           |   |           |    |      |
| 6730 000 000 97435 - 0 - MATHEMATICAL METHODS FOR CREDIT RISK   | SECS-S/06 | 6 | 48/0/0/0  | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative  | C         |   |           |    |      |
| Obiettivi: At the end of the course, students will gain a thorough understanding of the basic concepts in credit risk analysis and the valuation of the most common credit-risky financial securities. The course will provide an integrated treatment of the conceptual, mathematical and practical foundations for modelling defaultable instruments, beginning with corporate and sovereign bonds. Both the structural approach, based on solving differential equations, and the reduced-form approach, using the probabilistic method of martingale measures, will be presented. Then a comprehensive treatment of the pricing of credit derivatives will follow, including credit swaps and collateralized debt obligations. The study of multi-name securities requires the introduction of proper technical method to model the underlying dependence structure, such as copula theory or Vasicek's approximated model. The final goal is to achieve a good knowledge of this complex field, which demands a blend of mathematical tools, financial theory and institutional consideration, along with a critical overview of the existing methods.         |           |   |           |    |      |
| Obiettivi inglese: At the end of the course, students will gain a thorough understanding of the basic concepts in credit risk analysis and the valuation of the most common credit-risky financial securities. The course will provide an integrated treatment of the conceptual, mathematical and practical foundations for modelling defaultable instruments, beginning with corporate and sovereign bonds. Both the structural approach, based on solving differential equations, and the reduced-form approach, using the probabilistic method of martingale measures, will be presented. Then a comprehensive treatment of the pricing of credit derivatives will follow, including credit swaps and collateralized debt obligations. The study of multi-name securities requires the introduction of proper technical method to model the underlying dependence structure, such as copula theory or Vasicek's approximated model. The final goal is to achieve a good knowledge of this complex field, which demands a blend of mathematical tools, financial theory and institutional consideration, along with a critical overview of the existing methods. |           |   |           |    |      |
| 6730 000 000 97271 - 0 - MATHEMATICAL PROGRAMMING   | MAT/09    | 6 | 48/0/0/0  | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative  | C         |   |           |    |      |
| Obiettivi: Al termine del corso lo studente avrà acquisito gli strumenti teorici e algoritmici necessari per costruire, analizzare e risolvere modelli di ottimizzazione matematica basati sulla Programmazione Lineare Intera Mista (MILP).  |           |   |           |    |      |
| Obiettivi inglese: Students are expected to acquire knowledge of theoretical and algorithmic tools to formulate and analyze mathematical optimization models using Mixed Integer Linear Programming (MILP), as well as design solution methods.   |           |   |           |    |      |
| 6730 000 000 97267 - 0 - MATRIX AND TENSOR TECHNIQUES FOR DATA SCIENCE  | MAT/08    | 6 | 40/0/15/0 | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative  | C         |   |           |    |      |
| Obiettivi: At the end of the course, students have theoretical and computational knowledge on matrix and tensor techniques for analysing large amounts of data. In particular, students are able to examine large samples of discrete data and extract interpretable information of relevance in image and data processing, in medical and scientific applications, and in social and security sciences.  |           |   |           |    |      |
| Obiettivi inglese: At the end of the course, students have theoretical and computational knowledge on matrix and tensor techniques for analysing large amounts of data. In particular, students are able to examine large samples of discrete data and extract interpretable information of relevance in image and data processing, in medical and scientific applications, and in social and security sciences.  |           |   |           |    |      |
| 6730 000 000 96780 - 0 - MATROIDS, POLYTOPES AND APPLICATIONS   | MAT/03    | 6 | 48/0/0/0  | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative  | C         |   |           |    |      |
| Obiettivi: At the end of the course, the student knows matroids, polytopes and related objects in discrete geometry. The student is able to apply this knowledge to problems in linear optimization, geometry and computer science.   |           |   |           |    |      |
| Obiettivi inglese: At the end of the course, the student knows matroids, polytopes and related objects in discrete geometry. The student is able to apply this knowledge to problems in linear optimization, geometry and computer science.   |           |   |           |    |      |

|  |        |   |           |    |      |
|--|--------|---|-----------|----|------|
| 6730 000 000 97270 - 0 - MULTISCALE TRANSFORMS FOR DATA ANALYSIS   | MAT/08 | 6 | 40/0/15/0 | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative   | C      |   |           |    |      |
| <b>Obiettivi:</b> At the end of the course, students have both theoretical and computational knowledge on the transforms usually used for data analysis. In particular, students are able to analyze the theoretical properties of the transforms and to implement them for data analysis.   |        |   |           |    |      |
| <b>Obiettivi inglese:</b> At the end of the course, students have both theoretical and computational knowledge on the transforms usually used for data analysis. In particular, students are able to analyze the theoretical properties of the transforms and to implement them for data analysis.   |        |   |           |    |      |
| 6730 000 000 96784 - 0 - NONLINEAR PDEs AND GEOMETRIC FLOWS  | MAT/05 | 6 | 48/0/0/0  | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative   | C      |   |           |    |      |
| <b>Obiettivi:</b> At the end of the course, the student has a good knowledge of the main methods for non linear PDE. The student is able to study properties of geometric flows or free boundary problems, which have a wild range of application.   |        |   |           |    |      |
| <b>Obiettivi inglese:</b> At the end of the course, the student has a good knowledge of the main methods for non linear PDE. The student is able to study properties of geometric flows or free boundary problems, which have a wild range of application.   |        |   |           |    |      |
| 6730 000 000 96790 - 0 - NONLINEAR STOCHASTIC ANALYSIS   | MAT/06 | 6 | 48/0/0/0  | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative   | C      |   |           |    |      |
| <b>Obiettivi:</b> At the end of the course, the students are familiar with some classes of non-standard stochastic differential equations connected to non-linear partial differential equations of elliptic/parabolic type. They can independently approach the theoretical and applied study of these equations from both the probabilistic and analytical viewpoint.  |        |   |           |    |      |
| <b>Obiettivi inglese:</b> At the end of the course, the students are familiar with some classes of non-standard stochastic differential equations connected to non-linear partial differential equations of elliptic/parabolic type. They can independently approach the theoretical and applied study of these equations from both the probabilistic and analytical viewpoint.  |        |   |           |    |      |
| 6730 000 000 96789 - 0 - NONLOCAL OPERATORS  | MAT/05 | 6 | 48/0/0/0  | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative   | C      |   |           |    |      |
| <b>Obiettivi:</b> At the end of the course the student knows the main properties of the fractional Laplace operator, its main definitions as well as the basic properties of the solutions of the simplest equations governed by this operator.  |        |   |           |    |      |
| <b>Obiettivi inglese:</b> At the end of the course the student knows the main properties of the fractional Laplace operator, its main definitions as well as the basic properties of the solutions of the simplest equations governed by this operator.  |        |   |           |    |      |
| 6730 000 000 B0317 - 0 - OPTIMAL TRANSPORT THEORY  | MAT/03 | 6 | 48/0/0/0  | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative   | C      |   |           |    |      |
| <b>Obiettivi:</b> The course introduces the principles of Optimal Transport Theory (OTT), as the Monge-Kantorovich duality, the Brenier characterization of the transport maps and the role of the Monge-Ampère equation in the theory. At the end of the course the students are able to deduce in autonomy the study of theoretical applications as those linked to functional and geometric inequalities via the OTT.         |        |   |           |    |      |
| <b>Obiettivi inglese:</b> The course introduces the principles of Optimal Transport Theory (OTT), as the Monge-Kantorovich duality, the Brenier characterization of the transport maps and the role of the Monge-Ampère equation in the theory. At the end of the course the students are able to deduce in autonomy the study of theoretical applications as those linked to functional and geometric inequalities via the OTT. |        |   |           |    |      |
| 6730 000 000 96787 - 0 - PHASE-SPACE METHODS FOR PDEs  | MAT/05 | 6 | 48/0/0/0  | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative   | C      |   |           |    |      |
| <b>Obiettivi:</b> At the end of the course the student possesses the knowledge of tools from the geometric analysis in phase-space. The student is able to use localization and normal-form techniques in phase-space to solve and study qualitative properties of solutions of PDEs.  |        |   |           |    |      |
| <b>Obiettivi inglese:</b> At the end of the course the student possesses the knowledge of tools from the geometric analysis in phase-space. The student is able to use localization and normal-form techniques in phase-space to solve and study qualitative properties of solutions of PDEs.  |        |   |           |    |      |

|  |           |   |          |    |      |
|--|-----------|---|----------|----|------|
| 6730 000 000 96791 - 0 - PROBABILISTIC METHODS FOR MACHINE LEARNING  | MAT/06    | 6 | 48/0/0/0 | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative   | C         |   |          |    |      |
| Obiettivi: At the end of the course the students are familiar with the classical mathematical pillars of machine learning, including probabilistic aspects of advanced models such as neural networks and stochastic optimization algorithms for their training.   |           |   |          |    |      |
| Obiettivi inglese: At the end of the course the students are familiar with the classical mathematical pillars of machine learning, including probabilistic aspects of advanced models such as neural networks and stochastic optimization algorithms for their training.   |           |   |          |    |      |
| 6730 000 000 96781 - 0 - PROJECTIVE GEOMETRY FOR APPLICATIONS  | MAT/03    | 6 | 48/0/0/0 | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative   | C         |   |          |    |      |
| Obiettivi: At the end of the course, the student has a good knowledge of the geometry of projective spaces and their Grassmannians, and is able to apply this knowledge to computer vision problems.   |           |   |          |    |      |
| Obiettivi inglese: At the end of the course, the student has a good knowledge of the geometry of projective spaces and their Grassmannians, and is able to apply this knowledge to computer vision problems.   |           |   |          |    |      |
| 6730 000 000 97438 - 0 - STOCHASTIC MODELS FOR FINANCE   | SECS-S/06 | 6 | 48/0/0/0 | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative   | C         |   |          |    |      |
| Obiettivi: The course aims at providing students with an introduction to affine modeling in finance. Thanks to their analytical tractability, affine models are largely used to parametrically describe the evolution of financial time series (returns, volatilities, jumps) and model the dynamics of interest rate term structures, survival probabilities, and, more recently, contagious markets. Affine modeling in continuous time represents a powerful tool to price and hedge options, interest rate derivatives, credit instruments and to capture the spreading of financial distress. In recent years, an affine approach in discrete time has been proven to be extremely successful to link time series econometrics (e.g. GARCH and Gamma (Realised) volatility modeling) to asset pricing. At the end of the course, the student is familiar with a flexible approach to modeling in finance and economics and with several applications of relevant interest for both regulators and the financial industry.         |           |   |          |    |      |
| Obiettivi inglese: The course aims at providing students with an introduction to affine modeling in finance. Thanks to their analytical tractability, affine models are largely used to parametrically describe the evolution of financial time series (returns, volatilities, jumps) and model the dynamics of interest rate term structures, survival probabilities, and, more recently, contagious markets. Affine modeling in continuous time represents a powerful tool to price and hedge options, interest rate derivatives, credit instruments and to capture the spreading of financial distress. In recent years, an affine approach in discrete time has been proven to be extremely successful to link time series econometrics (e.g. GARCH and Gamma (Realised) volatility modeling) to asset pricing. At the end of the course, the student is familiar with a flexible approach to modeling in finance and economics and with several applications of relevant interest for both regulators and the financial industry. |           |   |          |    |      |
| 6730 000 000 B9075 - 0 - TOPICS IN HOLOMORPHIC FUNCTION THEORY   | MAT/05    | 6 | 48/0/0/0 | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative   | C         |   |          |    |      |
| Obiettivi: In fase di definizione.   |           |   |          |    |      |

Qualsiasi attività del CdS 5827 - MATEMATICA (5827)

**Ambito:**

Qualsiasi attività del CdS 6730 - MATEMATICA (6730)

**Ambito:**

## Secondo Anno di Corso

### Gruppo: Compulsory Courses

**TAF: Ambito:**

**Cfu min: Cfu max:**

Note:

| Attività formativa | TIP | SSD | TAF | CFU | ORE F/E/L/N | FREQ. VER. |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|-------------|------------|
|--------------------|-----|-----|-----|-----|-------------|------------|

6730 000 000 96811 - 0 - INTERNSHIP

6

0/0/150/0

No

Giudizio

**Ambito:** 1146 - Tirocini formativi e di orientamento

F

Obiettivi: The student performs activities in the field of math research or technological advances, to be carried out at study centres, public (research agencies, schools, hospitals, ...) and private agencies or companies, in Italy or abroad.

The student carries out a specific work under the supervision of an external tutor, aimed at refining his/her learning skills and professional formation.

Obiettivi inglese: The student performs activities in the field of math research or technological advances, to be carried out at study centres, public (research agencies, schools, hospitals, ...) and private agencies or companies, in Italy or abroad.

The student carries out a specific work under the supervision of an external tutor, aimed at refining his/her learning skills and professional formation.

**Gruppo: Elective Courses II year****TAF: D Ambito: 1008 - A scelta dello studente****Cfu min: 18 Cfu max: 18** Num. Esami: 1 Num. Idoneità: 0

Il Dipartimento garantisce che, ai fini del rispetto del limite massimo di 12 esami/5 idoneità i CFU a scelta saranno acquisibili con 1 esami e 0 idoneità

Note:

**Attività formativa**

TIP

SSD

TAF

CFU

ORE F/E/L/N

FREQ. VER.

Qualsiasi attività dell'Ateneo (010)

Ambito:

**Gruppo: Final examination****TAF: E Ambito: 1018 - Per la prova finale****Cfu min: 24 Cfu max: 24**

Note:

**Attività formativa**

TIP

SSD

TAF

CFU

ORE F/E/L/N

FREQ. VER.

6730 000 000 B0636 - 0 - FINAL EXAMINATION

14

0/0/0/0

No

**Ambito:**

E

Obiettivi: At the end of the activity (in preparation for the final examination), carried out in an internal or external structure of the University, the student:

- possesses practical knowledge of the needed hardware/software instruments, or of bibliographic research methods (possibly via the internet);
- is able to improve his/her organizational skills within his/her work activity.

Obiettivi inglese: At the end of the activity (in preparation for the final examination), carried out in an internal or external structure of the University, the student:

- possesses practical knowledge of the needed hardware/software instruments, or of bibliographic research methods (possibly via the internet);
- is able to improve his/her organizational skills within his/her work activity.

6730 000 000 60750 - 0 - FINAL EXAMINATION

24

0/0/0/0

No

**Ambito:**

E

Obiettivi: At the end of the final examination, the student knows how to discuss:

- theoretical mathematical topics, to which he/she contributes originally;
- mathematical models in the applied sciences, by analytical or computational methods;
- theoretical/practical topics related to Mathematics teaching;
- theoretical topics connected with the historical development and analysis of the foundations of basic and advanced mathematical theories.

In particular, the student is able to:

- master survey methodologies in the chosen field;
- perform efficient work within a properly coordinated working-team;
- organise, present and discuss his/her work for the final examination.

Obiettivi inglese: At the end of the final examination, the student knows how to discuss:

- theoretical mathematical topics, to which he/she contributes originally;
- mathematical models in the applied sciences, by analytical or computational methods;
- theoretical/practical topics related to Mathematics teaching;
- theoretical topics connected with the historical development and analysis of the foundations of basic and advanced mathematical theories.

In particular, the student is able to:

- master survey methodologies in the chosen field;
- perform efficient work within a properly coordinated working-team;
- organise, present and discuss his/her work for the final examination.

6730 000 000 95789 - 0 - INTERNSHIP ABROAD IN PREPARATION FOR THE FINAL EXAMINATION

10

0/0/250/0

No

Giudizio

**Ambito:**

1018 - Per la prova finale

E

Obiettivi: In preparation for the final examination, the student performs activities in the field of math research or technological advances, to be carried out at study centres, public (research agencies, schools, hospitals, ...) and private agencies or companies, abroad.

The student carries out a specific work under the supervision of an external tutor, aimed at refining his/her learning skills and professional formation.

Obiettivi inglese: In preparation for the final examination, the student performs activities in the field of math research or technological advances, to be carried out at study centres, public (research agencies, schools, hospitals, ...) and private agencies or companies, abroad.

The student carries out a specific work under the supervision of an external tutor, aimed at refining his/her learning skills and professional formation.

6730 000 000 84630 - 0 - INTERNSHIP IN PREPARATION FOR THE FINAL EXAMINATION

10

0/0/250/0

No

Giudizio

**Ambito:**

1018 - Per la prova finale

E

Obiettivi: In preparation for the final examination, the student performs activities in the field of math research or technological advances, to be carried out at study centres, public (research agencies, schools, hospitals, ...) and private agencies or companies, in Italy.

The student carries out a specific work under the supervision of an external tutor, aimed at refining his/her learning skills and professional formation.

Obiettivi inglese: In preparation for the final examination, the student performs activities in the field of math research or technological advances, to be carried out at study centres, public (research agencies, schools, hospitals, ...) and private agencies or companies, in Italy.

The student carries out a specific work under the supervision of an external tutor, aimed at refining his/her learning skills and professional formation.

**Gruppo: GROUP 3 - Elective courses (2° year)****TAF: C Ambito: 1144 - Attivita' formative affini o integrative****Cfu min: 12 Cfu max: 12**

Note: Choose 30 credits in your first or second year among: - the following courses; - the courses of the other lists (not yet chosen) - the courses of the Curriculum Generale. At least 12 of the 18 credits should be included in the first year plan.

**Attività formativa****TIP****SSD****TAF****CFU****ORE F/E/L/N****FREQ. VER.**

|  |           |   |           |    |      |
|--|-----------|---|-----------|----|------|
| 6730 000 000 97264 - 0 - ADVANCED MECHANICS  | MAT/07    | 6 | 48/0/0/0  | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative   | C         |   |           |    |      |
| <b>Obiettivi:</b> At the end of the course, the student:<br>- has in-depth knowledge of quantum mechanics, ergodic theory, disordered systems;<br>- Is able to independently conduct the in-depth analysis towards the most recent developments of the above mentioned issues.   |           |   |           |    |      |
| <b>Obiettivi inglese:</b> At the end of the course, the student:<br>- has in-depth knowledge of quantum mechanics, ergodic theory, disordered systems;<br>- Is able to independently conduct the in-depth analysis towards the most recent developments of the above mentioned issues.   |           |   |           |    |      |
| 6730 000 000 96785 - 0 - APPLIED ANALYSIS IN LIE GROUPS AND METRIC SPACES  | MAT/05    | 6 | 48/0/0/0  | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative   | C         |   |           |    |      |
| <b>Obiettivi:</b> At the end of the course, the student possesses knowledge of the main instruments of analysis in Lie groups or in metric spaces. The student will be able to express with these instruments models of brain functionality, robotics or finance.  |           |   |           |    |      |
| <b>Obiettivi inglese:</b> At the end of the course, the student possesses knowledge of the main instruments of analysis in Lie groups or in metric spaces. The student will be able to express with these instruments models of brain functionality, robotics or finance.  |           |   |           |    |      |
| 6730 000 000 96783 - 0 - BIOMEDICAL MATHEMATICAL MODELS  | MAT/05    | 6 | 48/0/0/0  | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative   | C         |   |           |    |      |
| <b>Obiettivi:</b> At the end of the course, the student has knowledge of analytic approach to biomedical and biomechanical problems. The student is able to express these problems with instruments of geometrical analysis and differential equations.  |           |   |           |    |      |
| <b>Obiettivi inglese:</b> At the end of the course, the student has knowledge of analytic approach to biomedical and biomechanical problems. The student is able to express these problems with instruments of geometrical analysis and differential equations.  |           |   |           |    |      |
| 6730 000 000 97266 - 0 - COMPUTATIONAL OPTIMIZATION  | MAT/08    | 6 | 40/0/15/0 | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative   | C         |   |           |    |      |
| <b>Obiettivi:</b> At the end of the course, students know the most used algorithms for unconstrained and constrained problems, their principal theoretical properties and the implementation aspects. In particular, students are able to critically use public domain software for solving optimization problems arising in applications.   |           |   |           |    |      |
| <b>Obiettivi inglese:</b> At the end of the course, students know the most used algorithms for unconstrained and constrained problems, their principal theoretical properties and the implementation aspects. In particular, students are able to critically use public domain software for solving optimization problems arising in applications.   |           |   |           |    |      |
| 6730 000 000 96782 - 0 - CONTACT, SYMPLECTIC AND RIEMANNIAN STRUCTURES FOR APPLICATIONS  | MAT/03    | 6 | 48/0/0/0  | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative   | C         |   |           |    |      |
| <b>Obiettivi:</b> At the end of the course, the student has a knowledge of some advanced topics in symplectic, contact and Riemannian geometry and their interactions, with application to some topic of deep recent interest.   |           |   |           |    |      |
| <b>Obiettivi inglese:</b> At the end of the course, the student has a knowledge of some advanced topics in symplectic, contact and Riemannian geometry and their interactions, with application to some topic of deep recent interest.   |           |   |           |    |      |
| 6730 000 000 97437 - 0 - FINANCIAL ENGINEERING   | SECS-S/06 | 6 | 48/0/0/0  | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative   | C         |   |           |    |      |
| <b>Obiettivi:</b> The course is orientated towards concrete computation and practical handling of the mathematical problems related to the design and valuation of financial products with customized features. The fundamentals of stochastic processes and the classical Black-Scholes theory are assumed as a prerequisite. The course combines the probabilistic approach of martingale measures with the methodological approach based on the solution to partial differential equation into an integrated treatment of the pricing and hedging of financial securities, with a special emphasis on exotic derivatives and structured bonds. Numerous worked-out examples will be offered as well as a large number of exercises to consolidate what has already been learnt. At the end of the course, students will be able to develop concrete pricing formulas for a large number of fairly complicated derivatives and structured bonds. The aim is to provide further motivation to employ various mathematical tools studied in other courses and to discover more on the subject than can be covered in this introductory course. |           |   |           |    |      |
| <b>Obiettivi inglese:</b> The course is orientated towards concrete computation and practical handling of the mathematical problems related to the design and valuation of financial products with customized features. The fundamentals of stochastic processes and the classical Black-Scholes theory are assumed as a prerequisite. The course combines the probabilistic approach of martingale measures with the methodological   |           |   |           |    |      |

approach based on the solution to partial differential equation into an integrated treatment of the pricing and hedging of financial securities, with a special emphasis on exotic derivatives and structured bonds. Numerous worked-out examples will be offered as well as a large number of exercises to consolidate what has already been learnt. At the end of the course, students will be able to develop concrete pricing formulas for a large number of fairly complicated derivatives and structured bonds. The aim is to provide further motivation to employ various mathematical tools studied in other courses and to discover more on the subject than can be covered in this introductory course.

---

|   |        |   |          |    |      |
|---|--------|---|----------|----|------|
| 6730 000 000 96786 - 0 - FOURIER ANALYSIS | MAT/05 | 6 | 48/0/0/0 | No | Voto |
|---|--------|---|----------|----|------|

**Ambito:** 1144 - Attivita' formative affini o integrative

C

**Obiettivi:** At the end of the course, the student will have a good Knowledge of Fourier theory and wavelets analysis. The student will possess both theoretical and computation ability to solve applied problems through such tools.

**Obiettivi inglese:** At the end of the course, the student will have a good Knowledge of Fourier theory and wavelets analysis. The student will possess both theoretical and computation ability to solve applied problems through such tools.

---

|  |           |   |          |    |      |
|--|-----------|---|----------|----|------|
| 6730 000 000 97436 - 0 - FOURIER METHODS AND PSEUDODIFFERENTIAL EQUATIONS IN FINANCE | SECS-S/06 | 6 | 48/0/0/0 | No | Voto |
|--|-----------|---|----------|----|------|

**Ambito:** 1144 - Attivita' formative affini o integrative

C

**Obiettivi:** At the end of the course, students will become familiar with the mathematical tools behind the non-Gaussian pricing theory for Finance. In particular, standard technical tools from the theory of Fourier and Laplace transform, generalized functions and complex analysis will be presented, along with an introduction to the calculus of the pseudodifferential operators which are infinitesimal generators of Lévy processes or more general Feller processes. Several applications to the pricing of financial derivatives will be discussed. Students will acquire the ability to derive explicit valuation formulas for financial securities in a non-Gaussian environment and, at the same time, learn how to perform numerical exercises for their practical implementation.

**Obiettivi inglese:** At the end of the course, students will become familiar with the mathematical tools behind the non-Gaussian pricing theory for Finance. In particular, standard technical tools from the theory of Fourier and Laplace transform, generalized functions and complex analysis will be presented, along with an introduction to the calculus of the pseudodifferential operators which are infinitesimal generators of Lévy processes or more general Feller processes. Several applications to the pricing of financial derivatives will be discussed. Students will acquire the ability to derive explicit valuation formulas for financial securities in a non-Gaussian environment and, at the same time, learn how to perform numerical exercises for their practical implementation.

---

|  |        |   |           |    |      |
|--|--------|---|-----------|----|------|
| 6730 000 000 97268 - 0 - GEOMETRIC MODELLING | MAT/08 | 6 | 40/0/15/0 | No | Voto |
|--|--------|---|-----------|----|------|

**Ambito:** 1144 - Attivita' formative affini o integrative

C

**Obiettivi:** By the end of the course, a student will be familiar with the main techniques for constructing geometric models on a computer, particularly with numerical methods for curves and surfaces. A successful learner can apply the discussed approaches for approximating univariate and multivariate functions and datasets, implement them within a programming environment, and critically evaluate the results.

**Obiettivi inglese:** By the end of the course, a student will be familiar with the main techniques for constructing geometric models on a computer, particularly with numerical methods for curves and surfaces. A successful learner can apply the discussed approaches for approximating univariate and multivariate functions and datasets, implement them within a programming environment, and critically evaluate the results.

---

|  |        |   |          |    |      |
|--|--------|---|----------|----|------|
| 6730 000 000 97926 - 0 - GEOMETRIC NUMBER THEORY | MAT/02 | 6 | 48/0/0/0 | No | Voto |
|--|--------|---|----------|----|------|

**Ambito:** 1008 - A scelta dello studente

C

**Obiettivi:** At the end of the course, the students have an advanced knowledge in number theory and arithmetic geometry. They are able to use this knowledge both in algebraic and geometric settings.

**Obiettivi inglese:** At the end of the course, the students have an advanced knowledge in number theory and arithmetic geometry. They are able to use this knowledge both in algebraic and geometric settings.

---

|  |        |   |          |    |      |
|--|--------|---|----------|----|------|
| 6730 000 000 96777 - 0 - GROUP THEORY AND APPLICATIONS | MAT/02 | 6 | 48/0/0/0 | No | Voto |
|--|--------|---|----------|----|------|

**Ambito:** 1144 - Attivita' formative affini o integrative

C

**Obiettivi:** At the end of the course, the student knows algebraic tools that could be used for mathematical modelling, such as harmonic analysis on finite groups. The student is capable of applying the theory to concrete examples coming from other scientific fields.

**Obiettivi inglese:** At the end of the course, the student knows algebraic tools that could be used for mathematical modelling, such as harmonic analysis on finite groups. The student is capable of applying the theory to concrete examples coming from other scientific fields.

|  |           |   |           |    |      |
|--|-----------|---|-----------|----|------|
| 6730 000 000 97265 - 0 - INFORMATION THEORY AND COMPLEXITY   | MAT/07    | 6 | 48/0/0/0  | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative   | C         |   |           |    |      |
| Obiettivi: Upon successful completion of the course, the student: - has acquired then most important notions of information theory and the fundamentals of the theory of algorithmic complexity, also with reference to applications; - is able to autonomously conduct further studies, computational implementations and devise applications related to the aforementioned topics.   |           |   |           |    |      |
| Obiettivi inglese: Upon successful completion of the course, the student: - has acquired then most important notions of information theory and the fundamentals of the theory of algorithmic complexity, also with reference to applications; - is able to autonomously conduct further studies, computational implementations and devise applications related to the aforementioned topics.   |           |   |           |    |      |
| 6730 000 000 95662 - 3 - INTRODUCTION TO MACHINE LEARNING  | MAT/06    | 6 | 48/0/0/0  | No | Voto |
| <b>Ambito:</b>   | C         |   |           |    |      |
| Obiettivi: Alla fine del corso, gli studenti avranno acquisito una solida comprensione delle principali tecniche di machine learning. Avranno le competenze per applicare e adattare efficacemente questi metodi in diverse situazioni. Inoltre, gli studenti saranno dotati di conoscenze fondamentali dei concetti probabilistici che sottendono questi metodi.  |           |   |           |    |      |
| Obiettivi inglese: At the end of the course, students will have gained a comprehensive understanding of key machine learning techniques. They will have the skills to effectively apply and adapt these methods across diverse situations. Additionally, students will be equipped with fundamental knowledge of the probabilistic concepts underpinning these methods.  |           |   |           |    |      |
| 6730 000 000 96778 - 0 - KNOT THEORY AND APPLICATIONS  | MAT/03    | 6 | 48/0/0/0  | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative   | C         |   |           |    |      |
| Obiettivi: At the end of the course, the student knows the basics of knot theory and some applications. In particular the student knows the relation between links and braids and is able to compute numerical, polynomial and algebraic invariants. The student is aware of how this theory could be used in biochemical models and is able to solve problems in this setting.  |           |   |           |    |      |
| Obiettivi inglese: At the end of the course, the student knows the basics of knot theory and some applications. In particular the student knows the relation between links and braids and is able to compute numerical, polynomial and algebraic invariants. The student is aware of how this theory could be used in biochemical models and is able to solve problems in this setting.  |           |   |           |    |      |
| 6730 000 000 98610 - 0 - LOW DIMENSIONAL TOPOLOGY  | MAT/03    | 6 | 48/0/0/0  | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative   | C         |   |           |    |      |
| Obiettivi: At the end of the course the student reaches an advanced knowledge in the field of geometric topology, in particular with respect to 3 and 4 dimensional manifolds and to the algebraic and differential techniques used to study the geometry of these manifolds.  |           |   |           |    |      |
| Obiettivi inglese: At the end of the course the student reaches an advanced knowledge in the field of geometric topology, in particular with respect to 3 and 4 dimensional manifolds and to the algebraic and differential techniques used to study the geometry of these manifolds.  |           |   |           |    |      |
| 6730 000 000 B3093 - 0 - MATHEMATICAL AND MACHINE LEARNING METHODS IN IMAGING  | MAT/08    | 6 | 40/0/15/0 | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative   | C         |   |           |    |      |
| Obiettivi: Al termine del corso, gli studenti conoscono metodi di regolarizzazione variazionale e di machine learning per problemi in imaging, sia da un punto di vista teorico che computazionale. In particolare, gli studenti sono in grado di implementare algoritmi per applicazioni di imaging avanzate, combinando strumenti di ottimizzazione e apprendimento automatico, e di valutare criticamente i risultati numerici.   |           |   |           |    |      |
| Obiettivi inglese: At the end of the course, students have numerical and computational knowledge on variational regularization and machine learning methods for imaging problems, both from a theoretical, and a computational point of view. In particular, students are able to implement algorithmic strategies for challenging imaging applications, by combining optimization and machine learning tools, and to critically evaluate the numerical results.   |           |   |           |    |      |
| 6730 000 000 97439 - 0 - MATHEMATICAL AND STATISTICAL METHODS FOR DATA SCIENCE   | SECS-S/06 | 6 | 48/0/0/0  | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative   | C         |   |           |    |      |
| Obiettivi: The course aims at providing students with the mathematical and statistical tools for the analysis of data. The first part of the course is devoted to the main concepts of statistical inference and testing, with a special emphasis on high dimensional data analysis and methods to cope with curse of dimensionality. The second part of the course focuses on methods of machine learning and artificial intelligence applied to data analysis. The course provides both mathematical foundations of the presented methods and practical implementation of the tools for the analysis of real data.         |           |   |           |    |      |
| Obiettivi inglese: The course aims at providing students with the mathematical and statistical tools for the analysis of data. The first part of the course is devoted to the main concepts of statistical inference and testing, with a special emphasis on high dimensional data analysis and methods to cope with curse of dimensionality. The second part of the course focuses on methods of machine learning and artificial intelligence applied to data analysis. The course provides both mathematical foundations of the presented methods and practical implementation of the tools for the analysis of real data. |           |   |           |    |      |

|  |        |   |           |    |      |
|--|--------|---|-----------|----|------|
| 6730 000 000 97263 - 0 - MATHEMATICAL FOUNDATIONS OF QUANTUM COMPUTATION   | MAT/07 | 6 | 40/12/0/0 | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative   | C      |   |           |    |      |
| Obiettivi: At the end of the course the student is acquainted with the basic aspects of quantum computation like those of entanglement, qubits, quantum algorithms and information. He is able to deal with the classical problems of the subject.   |        |   |           |    |      |
| Obiettivi inglese: At the end of the course the student is acquainted with the basic aspects of quantum computation like those of entanglement, qubits, quantum algorithms and information. He is able to deal with the classical problems of the subject.   |        |   |           |    |      |
| 6730 000 000 96780 - 0 - MATROIDS, POLYTOPES AND APPLICATIONS  | MAT/03 | 6 | 48/0/0/0  | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative   | C      |   |           |    |      |
| Obiettivi: At the end of the course, the student knows matroids, polytopes and related objects in discrete geometry. The student is able to apply this knowledge to problems in linear optimization, geometry and computer science.  |        |   |           |    |      |
| Obiettivi inglese: At the end of the course, the student knows matroids, polytopes and related objects in discrete geometry. The student is able to apply this knowledge to problems in linear optimization, geometry and computer science.  |        |   |           |    |      |
| 6730 000 000 97270 - 0 - MULTISCALE TRANSFORMS FOR DATA ANALYSIS   | MAT/08 | 6 | 40/0/15/0 | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative   | C      |   |           |    |      |
| Obiettivi: At the end of the course, students have both theoretical and computational knowledge on the transforms usually used for data analysis. In particular, students are able to analyze the theoretical properties of the transforms and to implement them for data analysis.  |        |   |           |    |      |
| Obiettivi inglese: At the end of the course, students have both theoretical and computational knowledge on the transforms usually used for data analysis. In particular, students are able to analyze the theoretical properties of the transforms and to implement them for data analysis.  |        |   |           |    |      |
| 6730 000 000 96784 - 0 - NONLINEAR PDEs AND GEOMETRIC FLOWS  | MAT/05 | 6 | 48/0/0/0  | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative   | C      |   |           |    |      |
| Obiettivi: At the end of the course, the student has a good knowledge of the main methods for non linear PDE. The student is able to study properties of geometric flows or free boundary problems, which have a wild range of application.  |        |   |           |    |      |
| Obiettivi inglese: At the end of the course, the student has a good knowledge of the main methods for non linear PDE. The student is able to study properties of geometric flows or free boundary problems, which have a wild range of application.  |        |   |           |    |      |
| 6730 000 000 96790 - 0 - NONLINEAR STOCHASTIC ANALYSIS   | MAT/06 | 6 | 48/0/0/0  | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative   | C      |   |           |    |      |
| Obiettivi: At the end of the course, the students are familiar with some classes of non-standard stochastic differential equations connected to non-linear partial differential equations of elliptic/parabolic type. They can independently approach the theoretical and applied study of these equations from both the probabilistic and analytical viewpoint.         |        |   |           |    |      |
| Obiettivi inglese: At the end of the course, the students are familiar with some classes of non-standard stochastic differential equations connected to non-linear partial differential equations of elliptic/parabolic type. They can independently approach the theoretical and applied study of these equations from both the probabilistic and analytical viewpoint. |        |   |           |    |      |
| 6730 000 000 96789 - 0 - NONLOCAL OPERATORS  | MAT/05 | 6 | 48/0/0/0  | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative   | C      |   |           |    |      |
| Obiettivi: At the end of the course the student knows the main properties of the fractional Laplace operator, its main definitions as well as the basic properties of the solutions of the simplest equations governed by this operator.   |        |   |           |    |      |
| Obiettivi inglese: At the end of the course the student knows the main properties of the fractional Laplace operator, its main definitions as well as the basic properties of the solutions of the simplest equations governed by this operator.   |        |   |           |    |      |

|   |           |   |          |    |      |
|---|-----------|---|----------|----|------|
| 6730 000 000 B0317 - 0 - OPTIMAL TRANSPORT THEORY   | MAT/03    | 6 | 48/0/0/0 | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative  | C         |   |          |    |      |
| <b>Obiettivi:</b> The course introduces the principles of Optimal Transport Theory (OTT), as the Monge-Kantorovich duality, the Brenier characterization of the transport maps and the role of the Monge-Ampère equation in the theory. At the end of the course the students are able to deduce in autonomy the study of theoretical applications as those linked to functional and geometric inequalities via the OTT.  |           |   |          |    |      |
| <b>Obiettivi inglese:</b> The course introduces the principles of Optimal Transport Theory (OTT), as the Monge-Kantorovich duality, the Brenier characterization of the transport maps and the role of the Monge-Ampère equation in the theory. At the end of the course the students are able to deduce in autonomy the study of theoretical applications as those linked to functional and geometric inequalities via the OTT.  |           |   |          |    |      |
| 6730 000 000 96787 - 0 - PHASE-SPACE METHODS FOR PDEs   | MAT/05    | 6 | 48/0/0/0 | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative  | C         |   |          |    |      |
| <b>Obiettivi:</b> At the end of the course the student possesses the knowledge of tools from the geometric analysis in phase-space. The student is able to use localization and normal-form techniques in phase-space to solve and study qualitative properties of solutions of PDEs.   |           |   |          |    |      |
| <b>Obiettivi inglese:</b> At the end of the course the student possesses the knowledge of tools from the geometric analysis in phase-space. The student is able to use localization and normal-form techniques in phase-space to solve and study qualitative properties of solutions of PDEs.   |           |   |          |    |      |
| 6730 000 000 96791 - 0 - PROBABILISTIC METHODS FOR MACHINE LEARNING   | MAT/06    | 6 | 48/0/0/0 | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative  | C         |   |          |    |      |
| <b>Obiettivi:</b> At the end of the course the students are familiar with the classical mathematical pillars of machine learning, including probabilistic aspects of advanced models such as neural networks and stochastic optimization algorithms for their training.   |           |   |          |    |      |
| <b>Obiettivi inglese:</b> At the end of the course the students are familiar with the classical mathematical pillars of machine learning, including probabilistic aspects of advanced models such as neural networks and stochastic optimization algorithms for their training.   |           |   |          |    |      |
| 6730 000 000 96781 - 0 - PROJECTIVE GEOMETRY FOR APPLICATIONS   | MAT/03    | 6 | 48/0/0/0 | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative  | C         |   |          |    |      |
| <b>Obiettivi:</b> At the end of the course, the student has a good knowledge of the geometry of projective spaces and their Grassmannians, and is able to apply this knowledge to computer vision problems.   |           |   |          |    |      |
| <b>Obiettivi inglese:</b> At the end of the course, the student has a good knowledge of the geometry of projective spaces and their Grassmannians, and is able to apply this knowledge to computer vision problems.   |           |   |          |    |      |
| 6730 000 000 97438 - 0 - STOCHASTIC MODELS FOR FINANCE  | SECS-S/06 | 6 | 48/0/0/0 | No | Voto |
| <b>Ambito:</b> 1144 - Attivita' formative affini o integrative  | C         |   |          |    |      |
| <b>Obiettivi:</b> The course aims at providing students with an introduction to affine modeling in finance. Thanks to their analytical tractability, affine models are largely used to parametrically describe the evolution of financial time series (returns, volatilities, jumps) and model the dynamics of interest rate term structures, survival probabilities, and, more recently, contagious markets. Affine modeling in continuous time represents a powerful tool to price and hedge options, interest rate derivatives, credit instruments and to capture the spreading of financial distress. In recent years, an affine approach in discrete time has been proven to be extremely successful to link time series econometrics (e.g. GARCH and Gamma (Realised) volatility modeling) to asset pricing. At the end of the course, the student is familiar with a flexible approach to modeling in finance and economics and with several applications of relevant interest for both regulators and the financial industry.         |           |   |          |    |      |
| <b>Obiettivi inglese:</b> The course aims at providing students with an introduction to affine modeling in finance. Thanks to their analytical tractability, affine models are largely used to parametrically describe the evolution of financial time series (returns, volatilities, jumps) and model the dynamics of interest rate term structures, survival probabilities, and, more recently, contagious markets. Affine modeling in continuous time represents a powerful tool to price and hedge options, interest rate derivatives, credit instruments and to capture the spreading of financial distress. In recent years, an affine approach in discrete time has been proven to be extremely successful to link time series econometrics (e.g. GARCH and Gamma (Realised) volatility modeling) to asset pricing. At the end of the course, the student is familiar with a flexible approach to modeling in finance and economics and with several applications of relevant interest for both regulators and the financial industry. |           |   |          |    |      |

6730 000 000 B9075 - 0 - TOPICS IN HOLOMORPHIC FUNCTION THEORY

MAT/05

6

48/0/0/0

No

Voto

Ambito: 1144 - Attivita' formative affini o integrative  
Obiettivi: In fase di definizione.

C

**Legenda:**

CFU: crediti formativi universitari

TAF: tipologia attività formativa (A-di base; B-caratterizzanti; C-affini o integrative; F-ulteriori attività formative; D-a scelta autonoma dello studente; S- stages e tirocini presso imprese, enti pubblici o privati, ordini professionali; E-per la prova finale)

SSD: settore scientifico disciplinare

F/E/L/N: indica le ore Frontali/Esercitazioni/Laboratori/Ore di esercitazione e/o laboratorio tenute da non docenti

Freq.: segnala l'esistenza di un obbligo di frequenza

Ver.: indica la modalità di verifica del profitto finale

TIP.: indica la tipologia delle forme didattiche. Queste possono essere CON: convenzionali, E-L: in e-learning, MIX: miste, C/E: convenzionali e/o e-learning. Il corso di studio può definire annualmente una delle modalità.