

Quadro degli obiettivi formativi specifici e delle propedeuticità

Corso di Laurea magistrale in Matematica

Curriculum Unico

Rau, art. 12

Insegnamento	Settore Scientifico Disciplin.	Obiettivi formativi specifici	Propedeuticità obbligatorie
Algebra Superiore I	MAT/02	Il corso è indipendente da quelli di Algebra Superiore II e si propone di presentare allo studente aspetti avanzati dell'Algebra. Gli argomenti proposti varieranno di anno in anno attorno ad alcuni temi base, quali l'Algebra Commutativa, la Teoria dei Moduli, la Teoria delle Categorie, la Teoria dei Gruppi e loro rappresentazioni, la Teoria delle Algebre di Lie e loro rappresentazioni, l'Algebra Universale, l'Algebra Computazionale, l'interazione fra strutture algebriche e strutture topologiche e/o geometriche.	
Algebra Superiore II	MAT/02	Il corso è indipendente da quelli di Algebra Superiore II e si propone di presentare allo studente aspetti avanzati dell'Algebra. Gli argomenti proposti varieranno di anno in anno attorno ad alcuni temi base, quali l'Algebra Commutativa, la Teoria dei Moduli, la Teoria delle Categorie, la Teoria dei Gruppi e loro rappresentazioni, la Teoria delle Algebre di Lie e loro rappresentazioni, l'Algebra Universale, l'Algebra Computazionale, l'interazione fra strutture algebriche e strutture topologiche e/o geometriche.	
Algoritmi avanzati	INF/01	Il corso introdurrà una carrellata di algoritmi e strutture dati relativamente avanzati a partire dal problema del pattern matching esatto ed approssimato. Successivamente si vedranno esempi di algoritmi randomizzati e verranno illustrati casi di valutazione della complessità degli algoritmi nel caso medio. Le tecniche di disegno, valutazione ed analisi degli algoritmi e le strutture dati studiate, verranno scelti in modo da risultare quanto più possibile condivisi da un ampio spettro di settori applicativi. La parte finale del corso verrà dedicata ad algoritmi su modelli di calcolo alternativi a quello classico.	
Analisi Numerica II	MAT/08	Si tratta di un corso di base che intende completare la formazione dello studente con lo studio, la sperimentazione e l'analisi critica dei principali metodi ed algoritmi classici dell'Analisi Numerica. Lo studente saprà riconoscere, analizzare e risolvere numericamente alcuni problemi della matematica del continuo quali l'approssimazione di dati e funzioni, il calcolo di integrali e di derivate.	
Analisi Numerica III	MAT/08	Si tratta di un corso di base focalizzato sui metodi numerici per le equazioni differenziali, che forniscono un modello matematico per descrivere fenomeni in diverse aree applicative quali, per esempio, la biologia, la fisica e l'ingegneria. Nel corso saranno proposti i principali metodi numerici per i problemi ai valori iniziali e ai limiti per le equazioni differenziali ordinarie e per le equazioni differenziali alle derivate parziali.	
Analisi Numerica IV	ING-INF/04	Il corso intende completare la formazione in analisi numerica, da una parte con l'esposizione di alcuni argomenti attuali di ricerca e dall'altra con la trattazione di alcuni contesti applicativi nei quali la matematica è strumento interdisciplinare per descrivere ed esplorare	

		la realtà. Si intende presentare il processo di costruzione di un modello attraverso la discussione di una serie di esempi con particolare attenzione al ruolo dell'analisi numerica e dei modelli numerici. Per il suo carattere avanzato, il programma del corso e le sue modalità d'esame potranno variare, anche in relazione agli interessi dei partecipanti.	
Analisi Superiore I	MAT/02	Il corso vuole introdurre gli studenti a uno o più dei filoni dell'analisi matematica che si sono sviluppati dalla fine dell'ottocento in poi. L'analisi moderna ha un grande valore culturale intrinseco, si presta a numerose applicazioni, ed è prerequisito naturale per chi voglia proseguire gli studi di matematica. Argomenti tipici fra cui scegliere possono essere: introduzione o approfondimenti della teoria della misura, dell'analisi funzionale, del calcolo delle variazioni, delle equazioni differenziali alle derivate parziali dei sistemi dinamici e dell'analisi armonica.	
Analisi Superiore II	MAT/02	Il corso vuole introdurre gli studenti a uno o più dei filoni dell'analisi matematica che si sono sviluppati dalla fine dell'ottocento in poi. L'analisi moderna ha un grande valore culturale intrinseco, si presta a numerose applicazioni, ed è prerequisito naturale per chi voglia proseguire gli studi di matematica. Argomenti tipici fra cui scegliere possono essere: introduzione o approfondimenti della teoria della misura, dell'analisi funzionale, del calcolo delle variazioni, delle equazioni differenziali alle derivate parziali dei sistemi dinamici e dell'analisi armonica.	
Complementi di Analisi Matematica	MAT/05	Il corso sviluppa una scelta di argomenti di Analisi Matematica che sono accessibili a chi ha seguito due annualità di Analisi, ma che per motivi di tempo non trovano posto né nei corsi obbligatori né nei corsi avanzati di Analisi, e tuttavia sono di interesse sia intrinseco che per le applicazioni, per esempio alla geometria e alla fisica. Argomenti tipici fra cui scegliere sono il calcolo differenziale in dimensione infinita, le serie di Fourier trigonometriche, il teorema di inversione locale e delle funzioni implicite nella forma generale, integrali dipendenti da parametri, integrazione su superfici, calcolo vettoriale e teorema di Stokes.	
Fisica Matematica	MAT/07	Questo corso si rivolge agli studenti della laurea magistrale con l'obiettivo di introdurre le problematiche più avanzate della fisica matematica classica e dei suoi metodi matematici, pur mantenendo un carattere elementare. Ciò sarà svolto scegliendo di illustrare uno o due argomenti scelti tra i numerosi temi caratterizzanti (equazioni della fisica matematica, meccanica dei continui, funzioni speciali, metodi dell'analisi complessa, modellizzazione, sistemi dinamici, meccanica statistica e teoria cinetica, meccanica analitica, ecc.). L'obiettivo del corso è di fornire agli studenti sia tecniche con un ampio campo di applicabilità sia una più robusta formazione culturale nelle discipline di settore.	
Fisica Moderna	FIS/01	Lo scopo principale del corso è fornire gli elementi di base della fisica del XX secolo, e in particolare della meccanica quantistica e delle sue applicazioni. Sarà introdotto in primo luogo il formalismo matematico della meccanica quantistica; si procederà quindi ad esaminarne i risultati principali in fisica atomica; si introdurranno infine i concetti fondamentali della meccanica statistica in sistemi composti da un gran numero di particelle, fino ad arrivare a una descrizione	

		semiquantitativa dei modelli correnti sulla struttura della materia.	
Fondamenti della Matematica	MAT/04	Obiettivo del corso è di fornire una buona conoscenza delle possibilità di definire e sviluppare le nozioni e strutture matematiche fondamentali, e di analizzarle criticamente, alla luce delle principali acquisizioni logico-matematiche del novecento. E' prevista la trattazione di uno o più dei seguenti argomenti: Sistemi classici e costruttivi per l'Aritmetica e la Teoria degli Insiemi e loro relazioni. La fondazione insiemistica della matematica La crisi dei fondamenti, il programma di Hilbert e i teoremi di incompletezza di Goedel. Matematica senza infinito e matematica dell'infinito. Risultati di coerenza e di indipendenza.	
Geometria Algebrica I	MAT/03	Il corso è adatto a studenti della laurea magistrale che intendano approfondire le loro conoscenze di Geometria. Obiettivo del corso è quello di introdurre i concetti elementari della geometria algebrica quali quelli di varietà affine, di varietà proiettiva, di ideale di una varietà, di morfismo tra varietà affini o proiettive e di applicazione birazionale tra due varietà affini o proiettive.	
Geometria Algebrica II	MAT/03	Il corso è rivolto a studenti della laurea magistrale che siano animati dal desiderio di approfondire alcuni aspetti della geometria algebrica contemporanea e che abbiano capacità e volontà di compiere uno sforzo di approfondimento autonomo. Programma e tipo d'esame terranno fortemente conto degli interessi degli studenti i quali, comunque, saranno indirizzati verso una conoscenza delle tecniche elementari della teoria degli schemi oppure della teoria delle superficie razionali oppure della teoria delle varietà abeliane con particolare attenzione al caso della Jacobiana di una curva algebrica.	
Geometria computazionale	ING-INF/04	Il corso presenta gli algoritmi, le strutture e le tecniche fondamentali per la soluzione di problemi geometrici. La prima parte del corso è dedicata alla definizione rigorosa degli enti geometrici di base e all'esposizione delle principali strutture per la loro gestione. La seconda parte è dedicata alla discussione di alcuni problemi significativi della geometria computazionale nel piano (problemi di intersezione, partizione, localizzazione, vicinanza, visibilità) con qualche escursione in ambienti di dimensione maggiore. Gli algoritmi proposti sono accompagnati da considerazioni di correttezza, complessità, robustezza e da test su casi significativi.	
Geometria Superiore	MAT/03	Il corso è rivolto agli studenti della laurea magistrale, in particolare a quanti si avviano a proseguire gli studi sia nell'ambito della matematica, o più in generale delle scienze, sia verso l'insegnamento nelle scuole superiori. Basandosi sui corsi di matematica svolti nella laurea triennale, verranno introdotti linguaggi e metodi della geometria contemporanea, limitatamente - per esigenze temporali - ad uno dei suoi settori fondamentali, quale la geometria riemanniana, la geometria aritmetica, la teoria delle varietà abeliane o la topologia differenziale. Programma e tipo d'esame terranno conto degli interessi degli studenti. Obiettivo del corso è anche di sviluppare nello studente capacità di apprendimento autonomo, basato sulla consultazione non solo di testi ma anche di articoli di ricerca; di applicare quanto appreso in teoria a problemi	

		di proprio interesse; di esporre, verbalmente e per iscritto, le tecniche apprese e i propri risultati.	
Informatica III	INF/01	Il corso si propone di presentare i principali risultati nel campo della complessità computazionale degli algoritmi. In particolare, verranno analizzate le classiche gerarchie di classi di complessità e le problematiche correlate. Verranno anche considerati algoritmi per la risoluzione di problemi specifici, quali la minimizzazione di automi.	
Istituzioni di Analisi Superiore	MAT/05	Il corso vuole introdurre gli studenti ai filoni principali dell'analisi matematica che si sono sviluppati dalla fine dell'ottocento in poi. L'analisi moderna ha un grande valore culturale intrinseco, si presta a numerose applicazioni, ed è prerequisito naturale per chi voglia proseguire gli studi di matematica. Argomenti tipici fra cui scegliere possono essere: introduzione all'integrale di Lebesgue, all'analisi funzionale, alle equazioni differenziali alle derivate parziali, all'analisi armonica.	
Istituzioni di Geometria Superiore	MAT/03	Il corso è rivolto a tutti gli studenti della laurea magistrale. L'obiettivo del corso è duplice: (1) introdurre alcuni concetti di base della teoria delle funzioni analitiche di una variabile complessa; (2) introdurre alcuni concetti della geometria differenziale elementare. Il tipo di esame prevede una buona autonomia dello studente nello svolgimento degli esercizi.	
Istituzioni di Logica Matematica	MAT/01	Il corso mira a introdurre gli studenti ad alcuni argomenti e tecniche della logica contemporanea, scelti sia per il loro interesse intrinseco che per le loro connessioni con altre parti della matematica. Verranno in particolare approfondite la teoria dei modelli e la teoria della ricorsività.	
Laboratorio di Matematica Computazionale	MAT/08	Il corso di laboratorio si propone di risolvere sperimentalmente alcuni problemi matematici che nascono in diversi contesti applicativi, accompagnando gli studenti dal modello allo sviluppo di codici.	
Laboratorio di Strumenti e Misure Fisiche	FIS/01	Scopo del corso è di fornire un'introduzione alla teoria e ai metodi di base della misura in Fisica. Una parte del corso è dedicata alla misura e alla stima della sua incertezza, discusse in connessione con i fondamenti della statistica. Una seconda parte del corso è dedicata a esperienze di laboratorio, nelle quali si apprende a maneggiare strumenti e tecniche di base per la quantificazione di fenomeni relativi alla meccanica, all'elettrostatica e all'ottica, ricavando stime di grandezze fisiche (lunghezze d'onda, accelerazione di gravità, caratteristiche di circuiti elettrici).	
Logica per le applicazioni	MAT/01	Fornire approfondite competenze teoriche e metodologiche nelle aree fondamentali delle applicazioni della Logica Matematica all'Informatica, in particolare nel campo della deduzione automatica e a quello della verifica dei sistemi informatici. In particolare, lo studente dovrà: raggiungere un'adeguata conoscenza di uno o più calcoli per la logica classica e delle problematiche legate alla deduzione automatica; conoscere gli aspetti semantici e dimostrativi delle principali logiche utilizzate nella verifica dei sistemi informatici (logiche modali e temporali, logiche al second'ordine) con particolare attenzione alle questioni di correttezza, completezza, decidibilità e potere espressivo; riconoscere le connessioni che le tematiche sopra riportate hanno con altri aspetti della Logica, come la teoria dei giochi e la teoria dei modelli / modelli finiti.	

Matematica Finanziaria	SECS-S/06	Il corso fornisce le conoscenze essenziali per interpretare la formazione dei prezzi di alcuni dei principali strumenti assicurativi (ramo vita). In particolare si studiano le imprese di assicurazione come intermediari finanziari. Si delineano le tradizionali forme assicurative sulla vita (assicurazioni in caso di vita, assicurazioni in caso di morte, assicurazioni miste) e le varie modalità di pagamento dei premi (premio unico, premio annuo). Vengono presentate le strategie di gestione del rischio da parte delle imprese di assicurazione (riserva matematica, riserva prospettiva, riserva ricorrente). Infine, si analizzano prodotti assicurativi recenti, quali le assicurazioni indicizzate e le assicurazioni rivalutabili.	
Matematiche Complementari	MAT/04	L'obiettivo del corso è l'acquisizione di una prospettiva moderna e avanzata su alcuni argomenti che sono alla base della matematica insegnata nelle scuole superiori allo scopo di fornire i futuri insegnanti di solide basi teoriche riguardo a ciò che insegneranno. Verrà sviluppata l'assiomatica della geometria piana giungendo ad una familiarità con le problematiche relative alla geometria neutrale (o assoluta), alla geometria Euclidea e alla geometria non-euclidea e ad una capacità di lavorare con i loro vari modelli.	
Ottimizzazione II	MAT/09	Nel corso prosegue la presentazione delle principali metodologie dell'ottimizzazione matematica iniziata nel corso di Ottimizzazione I. Vengono trattate la teoria delle reti di flusso, la programmazione dinamica ed altre tematiche fondamentali di ottimizzazione combinatoria. Al termine dei due corsi lo studente dovrebbe aver acquisito una conoscenza approfondita delle principali tecniche di modellizzazione e di risoluzione proprie dell'ottimizzazione.	
Ottimizzazione III	MAT/09	L'obiettivo culturale del corso è quello di presentare le principali metodologie modellistiche utilizzate nella risoluzione di problemi computazionalmente difficili (con particolare attenzione ai problemi di schedulazione di macchine e personale). In particolare, si analizzeranno tre linee di attacco a tali problemi: (i) algoritmi esatti, (ii) algoritmi approssimati e (iii) algoritmi euristici (ricerca locale). Relativamente agli algoritmi esatti verrà data particolare enfasi ai modelli di programmazione lineare intera con un numero esponenziale di vincoli e/o variabili, descrivendo le metodologie di branch-and-cut e branch-and-price. Inoltre, verrà descritta una valida alternativa per la soluzione di modelli esponenziali, i.e., l'ottimizzazione compatta. Gli algoritmi approssimati verranno descritti tramite numerosi esempi su alcuni classici problemi di ottimizzazione. Infine, verranno espone alcune fra le meta-euristiche di maggior successo, quali la tabu-search e gli algoritmi genetici. Al termine del corso lo studente dovrebbe essere in grado di modellare un problema non troppo complesso di gestione e pianificazione, e proporre adeguati strumenti di risoluzione dello stesso.	
Ottimizzazione IV	MAT/09	L'obiettivo culturale del corso è fornire ulteriori strumenti concettuali e operativi per poter modellare e risolvere problemi tipici della realtà produttiva. Gli argomenti trattati riguardano la teoria delle decisioni, la teoria dei giochi, modelli stocastici della Ricerca operativa.	
Particelle e Interazioni Fondamentali	FIS/01	Scopo del corso è di fornire gli elementi di base della fisica delle particelle e dei campi. Si parla in particolare	

		di costituenti fondamentali della materia e di interazioni che coinvolgono radiazione e materia. Gli argomenti vengono affrontati in un'ottica sperimentale (rivelatori di particelle) e in un'ottica teorica (principi d'invarianza e leggi di conservazione, simmetrie discrete e costruzione delle lagrangiane, modello standard). In un laboratorio viene affrontato un problema di analisi dei dati per un esperimento di fisica delle alte energie, con dati presi da uno degli esperimenti "di punta".	
Probabilità II	MAT/06 SECS-S/01	L'obiettivo del corso è approfondire quelli che sono i concetti fondamentali del Calcolo delle Probabilità, quale strumentazione matematica per lo studio dei fenomeni aleatori. In particolare, si presentano, in situazioni più complesse e generali, le tematiche già introdotte nel corso di Probabilità 1, utilizzando compiutamente la maggiore ricchezza di strumenti ora a disposizione dello studente. Inoltre il corso affronta in modo sistematico lo studio dei processi stocastici. Particolare attenzione verrà dedicata all'utilizzazione dei modelli probabilistici in vari contesti applicativi.	
Statistica I	SECS-S/01	Il corso introduce i modelli statistici e la loro corroborazione empirica. Presenta poi le procedure fondamentali dell'inferenza statistica ed alcune importanti applicazioni, sulla base del metodo dell'analogia per il reperimento di sintesi informative. I punti principali toccati nel corso sono: modelli probabilistici notevoli e distribuzioni campionarie di statistiche, esatte e asintotiche, e il metodo delta; la simulazione; i dati e la loro analisi preliminare; i dati come realizzazioni di variabili casuali; i modelli statistici, parametrici e non parametrici; la corroborazione empirica del modello statistico; sintesi campionarie informative sui parametri ignoti del modello statistico; il metodo dell'analogia; la stima puntuale; introduzione ai test di verifica di ipotesi statistiche e la stima intervallare: alcuni esempi notevoli.	
Statistica II	SECS-S/01	Il corso approfondisce l'inferenza statistica parametrica basata sulla funzione di verosimiglianza. Presenta alcuni elementi della teoria dell'ottimalità per i test statistici e le regioni di confidenza, e tratta applicazioni riferite a modelli di regressione. I punti principali toccati nel corso sono: complementi sulle leggi normali multivariate e distribuzioni collegate; il lemma di Neyman-Pearson e test uniformemente massimamente potenti; dualità fra proprietà campionarie di certi test e regioni di confidenza da essi dedotte; il P-value; la funzione di verosimiglianza, la funzione di punteggio, l'informazione osservata e attesa; procedure inferenziali basate sulla funzione di verosimiglianza; inferenze in presenza di parametri di disturbo: la verosimiglianza profilo e le corrispondenti procedure inferenziali; la teoria asintotica del primo ordine; i risultati di base per il reperimento di test ottimi e di stimatori efficienti fra i non distorti; modelli di regressione per dati di conteggio e per dati di misurazione con errore normale.	
Statistica applicata e analisi dei dati	SECS-S/01	Knowledge and understanding: knowledge and understanding of univariate and multivariate descriptive statistics and of how to summarize and visualize data; knowledge and understanding of the notion of uncertainty and of the basics in probability theory and sampling theory;	

		<p>knowledge and understanding of the basics in inferential statistics;</p> <p>knowledge and understanding of the fundamental elements of statistical modelling and the basic concepts of statistical learning, focusing on regression models and multivariate data analysis techniques;</p> <p>knowledge and understanding of available statistical software for data analysis and statistical learning applications.</p> <p>Applying knowledge and understanding: understanding of statistical methods as useful instruments for research in economics and social sciences;</p> <p>ability to use descriptive and inferential statistics in order to summarize information, to analyse and interpret relationships between variables and to test hypotheses;</p> <p>capacity to use at least one statistical software in order to develop simple data analysis.</p> <p>Making judgements: making judgements on the appropriate statistical models and methods to be used for analysing a specific dataset and on the interpretation of the experimental results.</p> <p>Communication skills: communication skills in order to present a statistical analysis, including both the methodology and the final conclusions, in a consistent and convincing way.</p> <p>Learning skills: learning skills based on the prerequisites that are required for understanding autonomously a report including statistical analysis and for learning more advanced statistical procedures.</p>	
Storia della matematica	MAT/04	Il corso si propone di trattare alcuni temi di storia della matematica e di mostrare lo sviluppo storico di alcune teorie matematiche. A seconda del docente, potranno essere trattati temi di matematica greca antica oppure della matematica del '600-'700. In entrambi i casi, gli argomenti matematici verranno trattati all'interno del contesto storico e culturale dell'epoca	
Teoria degli Insiemi	MAT/01	Il corso mira a introdurre gli studenti agli argomenti e tecniche fondamentali della teoria degli insiemi, quali le definizioni per ricorsione transfinita, le dimostrazioni per induzione transfinita, l'assioma della scelta, l'aritmetica cardinale, i grandi cardinali e le dimostrazioni di indipendenza. L'obiettivo è quello di fornire concetti e tecniche utilizzabili sia all'interno della teoria degli insiemi che in altre parti della matematica.	
Teoria dei Numeri	MAT/03	Il corso costituisce una introduzione alla teoria dei numeri. L'argomento affrontato è uno dei più antichi della matematica: la teoria delle equazioni diofantee, cioè la risoluzione di equazioni in numeri interi. Obiettivo del corso è la presentazioni di risultati classici, ottenuti da Diofanto, Fermat, Eulero, Lagrange, Gauss, e di qualche risultato moderno. Uno scopo importante del corso è sviluppare nello studente la capacità di applicare a problemi aritmetici tecniche di tipo analitico, algebrico o geometrico apprese nei corsi fondamentali.	
Topologia Algebrica	MAT/03	Il corso è rivolto a studenti della laurea magistrale che intendano approfondire le loro conoscenze di	

		<p>Geometria. In esso verranno introdotti quei concetti di topologia generale, eventualmente non conosciuti dai discenti, quali, ad esempio, la nozione di topologia quoziente, che sono utili per le prime applicazioni non banali delle teorie omotopiche. L'obiettivo del corso è quello di fornire una buona conoscenza delle tecniche elementari della topologia algebrica relative alla teoria dei rivestimenti non ramificati e del primo gruppo fondamentale di omotopia per varietà topologiche. Il tipo di esame prevede una buona autonomia dello studente nello svolgimento degli esercizi.</p>	
Topologia I	MAT/02	<p>Il corso è indipendente da quello di Topologia II. Propone di presentare allo studente aspetti fondamentali della topologia generale. Gli argomenti trattati sono la teoria degli spazi metrici e topologici, con particolare attenzione ai concetti di compattezza, connessione, metrizzazione e dimensione. Saranno discusse le applicazioni ai sistemi dinamici.</p>	
Topologia II	MAT/02	<p>Il corso è indipendente da quello di Topologia I. Propone di presentare allo studente aspetti fondamentali della topologia generale. Gli argomenti trattati sono la teoria degli spazi metrici e topologici, con particolare attenzione ai concetti di compattezza, connessione, metrizzazione e dimensione.</p>	