



## Principali informazioni sull'insegnamento

Denominazione dell'insegnamento	<b>Calcolo Numerico</b>	
Corso di studio	Informatica L.T.	
Anno Accademico	2024/25	
Crediti formativi universitari (CFU) / European Credit Transfer and Accumulation System (ECTS)	6 CFU	
Settore Scientifico Disciplinare	MATH-05 – Numerical Analysis	
Lingua di erogazione	Italiano	
Anno di corso	Secondo	
Periodo di erogazione	2^ semestre, le date esatte sono riportate nel manifesto/regolamento	
Obbligo di frequenza	La frequenza è fortemente raccomandata	
Sito web del corso di studio	<a href="https://www.uniba.it/it/ricerca/dipartimenti/informatica/didattica/corsi-di-laurea/corsi-di-laurea">https://www.uniba.it/it/ricerca/dipartimenti/informatica/didattica/corsi-di-laurea/corsi-di-laurea</a>	

<b>Docente</b>	
Nome e cognome	Felice Iavernaro
Indirizzo mail	felice.iavernaro@uniba.it
Telefono	080 5442703
Sede	Dipartimento di Matematica, Via Orabona 4, 70125, Bari. Stanza n.2, 4^ piano.
Sede virtuale	Piattaforma del Centro e-learning di Ateneo - <a href="https://elearning.uniba.it/">https://elearning.uniba.it/</a>
Sito web del docente	<a href="https://www.dm.uniba.it/members/iavernaro">https://www.dm.uniba.it/members/iavernaro</a>
Ricevimento (giorni, orari e modalità, es. su appuntamento)	su appuntamento, anche a distanza, via MS Teams

## Syllabus



<b>Obiettivi formativi</b>	Presentando i metodi fondamentali per risolvere numericamente alcuni problemi matematici fondamentali, il corso si pone come raccordo costruttivo fra la matematica e l'informatica, fornendo allo studente gli strumenti specifici di base per risolvere i problemi applicativi mediante il calcolatore, mettendone in evidenza gli aspetti computazionali e implementativi.
<b>Prerequisiti</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>○ Tutti gli argomenti trattati nel corso di Analisi Matematica.</li><li>○ Algebra lineare di base trattata nel corso di Matematica Discreta;</li><li>○ Conoscenze di base di programmazione trattate nel corso di Programmazione e Laboratorio di Informatica.</li></ul>
<b>Contenuti di insegnamento (Programma)</b>	<p>Il programma comprende lo studio dell'aritmetica di macchina e l'analisi degli errori, i metodi iterativi per equazioni non lineari, i metodi diretti per sistemi lineari, l'interpolazione, l'approssimazione. Qui di seguito si riporta la lista dettagliata degli argomenti che saranno trattati durante le lezioni.</p> <p>1. <u>ANALISI DELL'ERRORE</u>. (12 ore) Rappresentazione dei numeri. Standard IEEE singola e doppia precisione. Troncamento e Arrotondamento. Precisione di macchina. Errore assoluto e relativo. Operazioni con i numeri di macchina. Cancellazione di cifre significative. Propagazione degli errori. Condizionamento di un problema. Stabilità di un algoritmo.</p> <p>2. <u>CALCOLO DEGLI ZERI DI UNA FUNZIONE</u>. (15 ore) Metodo delle successive bisezioni. Iterazione funzionale. Studio della convergenza locale e globale. Criteri di arresto e stime dell'errore. Ordine di convergenza. Metodo della direzione costante. Metodo di Newton e Newton modificato. Metodo delle secanti. Confronti tra metodi.</p> <p>3. <u>ELEMENTI DI ALGEBRA LINEARE - PARTE I</u>. (6 ore) Operazioni tra vettori. Matrici. Operazioni tra matrici. Traccia e determinante di una matrice. Calcolo del determinante con le regole di Laplace e di Sarrus. Matrici particolari. Prodotti matrice-vettore e matrice-matrice. Inversa di una matrice, teorema di esistenza. Sistemi lineari di Cramer: teorema di esistenza e unicità. Metodo di Cramer per la determinazione delle soluzioni.</p> <p>4. <u>ALGORITMI PER LA RISOLUZIONE DEI SISTEMI LINEARI</u>. (12 ore) Sistemi triangolari inferiori e superiori. Matrici di permutazione e proprietà. Algoritmo di eliminazione di Gauss. Problematiche di stabilità. Teorema di esistenza della fattorizzazione LU con pivot. Sistemi lineari generici. Rango di una matrice. Riduzione a scalini di una matrice e generalizzazione della fattorizzazione LU al caso di matrici rettangolari. Il teorema di Rouché-Capelli. Applicazioni.</p> <p>5. <u>ELEMENTI DI ALGEBRA LINEARE - PARTE II</u>. (9 ore) Definizione di spazio vettoriale. Sistema di generatori. Vettori linearmente indipendenti. Base di uno spazio vettoriale. Trasformazioni lineari e matrici. Sottospazi vettoriali. Spazio vettoriale generato da un insieme di vettori. Nucleo e immagine di una trasformazione lineare. Sottospazio ortogonale. Decomposizione di uno spazio vettoriale come somma diretta di due suoi sottospazi. Norme vettoriali e matriciali. Studio del condizionamento dei sistemi lineari. Cenni su autovalori e autovettori. Applicazioni al calcolo del pagerank di Google.</p> <p>6. <u>INTERPOLAZIONE E APPROSSIMAZIONE</u>. (8 ore) Base delle potenze. Interpolazione con la base di Lagrange. Errore nell'interpolazione polinomiale. Cenni sul fenomeno di Runge. Il problema lineare dei minimi quadrati. Fitting di dati: polinomio di migliore approssimazione nel senso dei minimi quadrati. Retta di regressione lineare.</p> <p>7. <u>AMBIENTE PER IL CALCOLO SCIENTIFICO: Python/Matlab</u></p>



	<p>Gli ambienti di lavoro utilizzato per lo sviluppo degli algoritmi relativi ai metodi studiati sono Python e Matlab. In particolare, sono analizzate le funzioni predefinite per la risoluzione dei problemi studiati nella teoria, alcuni elementi relativi al linguaggio di programmazione e le routine grafiche che consentono, dove richiesto, la visualizzazione dei risultati che hanno un'interpretazione geometrica.</p>		
<b>Testi di riferimento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Appunti in formato pdf distribuiti mediante la piattaforma del Centro e-learning di Ateneo (<a href="https://elearning.uniba.it/">https://elearning.uniba.it/</a>)</li> <li>○ <b>Atkinson, Kendall E.</b> . <u>An introduction to numerical analysis / Kendall E. Atkinson.</u> - New York [etc.] : John Wiley &amp; sons, 1978. (Capitoli 1,2,3,4,7,8)</li> <li>○ L. Brugnano, C. Magherini, A. Sestini, Calcolo numerico, seconda edizione, Master, Università &amp; Professioni, Firenze 2010.</li> </ul> <p>Gli studenti che lo desiderano possono ottenere i testi in prestito dalla Biblioteca. Può convenire verificarne la disponibilità mediante il Sistema Bibliotecario di Ateneo <a href="https://opac.uniba.it/easyweb/w8018/index.php">https://opac.uniba.it/easyweb/w8018/index.php</a> e contattare la biblioteca per concordare il prestito.</p>		
<b>Note ai testi di riferimento</b>	<p>Si precisa che il materiale condiviso con gli studenti sulla piattaforma di e-learning copre l'intero programma e include le esercitazioni di preparazione per gli esoneri e l'esame. Pertanto, ai fini della preparazione dell'esame, il materiale condiviso è da ritenersi esaustivo. Lo studente può, eventualmente, approfondire alcuni argomenti attingendo da fonti alternative, tra le quali i testi consigliati. Dall'indice è possibile facilmente evincere le parti d'interesse per il corso.</p>		
<b>Organizzazione della didattica</b>			
<b>Ore</b>			
Totali	Didattica frontale	Pratica (laboratorio, esercitazione)	Studio individuale
150 ore	32 ore	30 ore	88 ore
<b>CFU/ETCS</b>			
6 CFU	4 CFU	2 CFU	

<b>Metodi didattici</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Lezioni frontali</li> <li>○ Esercitazioni in aula</li> </ul>



Risultati di apprendimento previsti	
<b>Conoscenza e capacità di comprensione</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>○ Conoscere le tecniche e i metodi per la programmazione numerica finalizzati alla risoluzione di problemi nell'ambito delle discipline matematiche ed affini, con particolare enfasi ai problemi fondamentali nell'ambito dell'algebra lineare.</li><li>○ Comprendere e saper illustrare le problematiche relative dell'uso del calcolatore per la risoluzione di problemi matematici.</li></ul>
<b>Conoscenza e capacità di comprensione applicate</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>○ Capacità di risolvere problemi matematici mediante algoritmi ottimizzati dal punto di vista del costo computazionale e della stabilità.</li><li>○ Sviluppo delle capacità di programmare, documentare e testare algoritmi numerici, interpretandone correttamente i risultati.</li></ul>
<b>Competenze trasversali</b>	<p><b>Autonomia di giudizio</b> Saper individuare il metodo numerico più idoneo per risolvere numericamente un problema matematico tra quelli trattati nel corso.</p> <p><b>Abilità comunicative</b> Saper definire in modo rigoroso i problemi matematici trattati nel corso e saper esporre i relativi metodi numerici, delineandone le proprietà fondamentali.</p> <p><b>Capacità di apprendere in modo autonomo</b> Capacità di studiare e risolvere problemi numerici simili ma non necessariamente uguali a quelli affrontati durante le lezioni.</p>

Valutazione	
<b>Modalità di verifica dell'apprendimento</b>	<p>L'esame consiste in una prova orale che verterà su tutti gli argomenti svolti a lezione, inclusi le parti teoriche (definizioni, teoremi e dimostrazioni) e gli esercizi ad esse relative. L'esame prevede anche la discussione dei programmi, in ambiente Python/Matlab, relativi agli algoritmi trattati a lezione.</p> <p>Durante le lezioni verranno discussi, in modo partecipato, diversi quesiti ed esercizi simili per tipologia a quelli comunemente somministrati durante gli esami e gli esoneri. La finalità è duplice: monitorare in tempo reale lo stato di preparazione degli studenti frequentanti, perfezionandone la preparazione in vista dell'esame o degli esoneri; agevolare lo studio in itinere degli aspetti pratici della disciplina, motivando concretamente i corsisti a sostenere l'esame in tempi brevi, sfruttando possibilmente la modalità degli esoneri.</p> <p>Sono previsti due esoneri: il primo durante l'interruzione delle lezioni a metà corso, il secondo a fine corso. Entrambe le date sono concordate, nei limiti consentiti, con gli studenti frequentanti. Il superamento di entrambe le prove con una votazione di almeno 15/30 e media complessiva non inferiore a 18/30, esonererà dall' esame</p>



	<p>finale. Di seguito sono elencati ulteriori dettagli;</p> <ul style="list-style-type: none"><li>○ Il superamento di un solo esonero consentirà allo studente di recuperare in sede di esame unicamente la parte mancante, la cui valutazione verrà poi mediata con il voto conseguito nella prova di esonero superata.</li><li>○ Lo studente che superi entrambi gli esoneri, può decidere comunque di rinunciare al voto conseguito in una delle due prove, recuperando in sede di esame la relativa parte (utile se c'è molta discrepanza nei voti conseguiti nelle due prove).</li><li>○ Lo studente che superi entrambi gli esoneri, può eventualmente presentare e discutere in sede di esame un lavoro applicativo sul calcolatore per migliorare la sua valutazione finale.</li><li>○ La validità del superamento di ciascun esonero è protratta fino alla fine dell'A.A. corrente.</li></ul>
Criteria di valutazione	<p><b>Conoscenza e capacità di comprensione</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>○ Conoscenza di tecniche e metodi di programmazione numerica finalizzati alla risoluzione di problemi utili in vari campi applicativi multidisciplinari, con particolare enfasi all'utilizzo di strumenti dell'algebra lineare.</li><li>○ Comprendere e saper illustrare le problematiche relative all'uso del calcolatore per il calcolo scientifico.</li></ul> <p><b>Conoscenza e capacità di comprensione applicate</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>○ Capacità di risolvere problemi matematici mediante algoritmi ottimizzati dal punto di vista del costo computazionale e della stabilità.</li><li>○ Sviluppo delle capacità di programmare, documentare e testare algoritmi numerici, interpretandone correttamente i risultati.</li></ul> <p><b>Autonomia di giudizio</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>○ Saper individuare il metodo numerico più idoneo per risolvere numericamente un problema matematico tra quelli trattati nel corso</li></ul> <p><b>Abilità comunicative</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>○ Saper definire in modo rigoroso i problemi matematici trattati nel corso e saper esporre i relativi metodi numerici, delineandone le proprietà fondamentali.</li></ul> <p><b>Capacità di apprendere</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>○ Capacità di studiare e risolvere problemi numerici simili ma non necessariamente uguali a quelli affrontati durante le lezioni.</li></ul>
Criteria di misurazione dell'apprendimento e di attribuzione del voto finale	<p>La valutazione orale è basata sul raggiungimento degli obiettivi di apprendimento previsti.</p>
<b>Altro</b>	<p>Si suggerisce agli studenti di affidarsi esclusivamente alle informazioni/comunicazioni fornite sui siti ufficiali del Dipartimento di Informatica, ovvero sui gruppi social solo se costituiti e amministrati esclusivamente dai docenti dei relativi insegnamenti:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>● <a href="https://www.uniba.it/it/ricerca/dipartimenti/informatica/didattica/corsi-di-laurea">https://www.uniba.it/it/ricerca/dipartimenti/informatica/didattica/corsi-di-laurea</a></li><li>● <a href="https://www.uniba.it/it/ricerca/dipartimenti/informatica">https://www.uniba.it/it/ricerca/dipartimenti/informatica</a></li><li>● <a href="https://elearning.uniba.it/">https://elearning.uniba.it/</a></li></ul> <p>I programmi di tutti gli insegnamenti sono disponibili al seguente link:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>● <a href="https://elearning.uniba.it/">https://elearning.uniba.it/</a></li></ul>



Le informazioni che tutti gli studenti dovrebbero conoscere sono scritte nei regolamenti didattici dei Corsi di Studi disponibili nel sito:

- <https://www.uniba.it/it/ricerca/dipartimenti/informatica/didattica/corsi-di-laurea>

Si suggerisce agli studenti di diffidare delle informazioni e dei materiali circolanti su siti o gruppi social non ufficiali, poiché spesso sono risultati non affidabili, non corretti o incompleti. Per ogni dubbio, chiedere un incontro al docente secondo le modalità previste per il ricevimento.

---

Il materiale del corso è disponibile sulla Piattaforma del Centro e-learning di Ateneo - <https://elearning.uniba.it/>