Principali informazioni sull'insegnamento			
Titolo insegnamento	ANALISI NUMERICA		
Corso di studio	SCIENZA E TECNOLOGIA DEI MATERIALI L30		
Crediti formativi	7		
Denominazione inglese	NUMERICAL ANALYSIS AND CODING		
Obbligo di frequenza	Secondo regolamento didattico		
Lingua di erogazione	ITALIANO		
Docente responsabile	CINZIA ELIA	cinzia.elia@uniba.it	
Dettaglio crediti formativi	Ambito disciplinare	SSD	Crediti
	Base+Formativa	MAT08INF01	7
Modalità di erogazione	Periodo di erogazione	Anno di corso	Modalità di erogazione
	I° semestre	II°	Lezioni frontali (32h) Esercitazioni (15h) Laboratorio (30h)
Organizzazione della didattica	Ore totali	Ore di corso	Ore di studio individuale
	175	77	98
Calendario	Inizio attività didattiche	Fine attività didattiche	
	Secondo regolamento didattico	Secondo regolamento didattico	
Syllabus			
Prerequisiti	Geometria analitica (piano cartesiano e luoghi geometrici: rette e coniche). Analisi Matematica (funzioni, successioni). Algebra lineare (matrici, vettori, spazi vettoriali, sottospazi).		

Risultati di apprendimento previsti	**Conoscenza e capacità di comprensione** Conoscenza teorica e pratica di tecniche numeriche necessarie alla risoluzione di problemi e modelli la cui soluzione analitica non è nota oppure richiede tempi molto lunghi. Comprensione del concetto di algoritmo e di problema ben condizionato, entrambi essenziali per la simulazione accurata del modello reale di partenza. Conoscenza di elementi di base di programmazione. **Conoscenza e capacità di comprensione applicate** Realizzazione di programmi per opportune simulazioni numeriche. Ideazione di problemi test atti alla verifica dei propri programmi. **Autonomia di giudizio** Abilità nel riconoscere le tecniche più efficienti per la risoluzione di un problema dato. Selezione delle soluzioni più adeguate ai propri scopi. **Abilità di comunicazione** Competenze nella comunicazione in lingua italiana. Presentazione di un problema reale, del modello scelto per rappresentarlo, delle tecniche adeguate alla risoluzione del modello suddetto e descrizione della soluzione ottenuta in luce del problema di partenza. Capacità di lavorare in gruppo e di inserirsi in modo rapido ed efficace negli ambienti di lavoro.
Contenuti in breve	Risoluzione di sistemi lineari. Trattamento dei dati: Interpolazione polinomiale e trigonometrica e approssimazione ai minimi quadrati. Ricerca di zeri di funzione. Tecniche numeriche per equazioni differenziali. Elementi di programmazione.
Programma in dettaglio	**Teoria**

	<u>Algebra lineare e sistemi lineari</u>. Richiami dal programma di Analisi Matematica 2: Matrici. Prodotto matrice vettore rivisto come combinazione lineare delle colonne di A attraverso i coefficienti del vettore b. Sistemi omogenei con una o infinite soluzioni. Determinante di matrice quadrata. Teorema con dimostrazione: det(A)=0 se e solo se le colonne di A sono linearmente indipendenti. Aspetti numerici: Costo computazionale delle regola di Laplace per il determinante delle matrici piene. Determinante di matrici triangolari. Teorema: Il determinante è zero se e soltanto se le colonne di A sono linearmente indipendenti. Dimostrazione nel caso di A triangolare. Proprietà del determinante necessarie per la descrizione del metodo di Gauss, con dimostrazioni solo nel caso di matrici 2x2. Costo computazionale della regola di Cramer e <u>necessità</u> di algoritmi meno costosi per il calcolo numerico delle soluzioni dei sistemi lineari. Sistemi lineari con matrice dei coefficienti triangolare inferiore. Algoritmo di sostituzione in avanti. Algoritmo di sostituzione all'indietro. Eliminazione di Gauss e fattorizzazione LU. <u>Trattamento dei dati</u> Statistica: Retta di regressione lineare e minimi quadrati. Uso del residuo per verificare la bontà dell'approssimazione. Interpolazione polinomiale: Esistenza e unicità del polinomio di interpolazione. Sistemi lineari con matrice di Vandermonde. Malcondizionamento della matrice di Vandermonde. Base di Lagrange per lo spazio dei polinomi. Polinomio di interpolazione di Lagrange. Esempio nel caso di due nodi. Formula dell'errore con dimostrazione nel caso di due nodi. Generalizzazione della formula dell'errore nel caso di N nodi. Convergenza del polinomio alla funzione di partenza. Concetto fondamentale di velocità di convergenza. Commenti sulle oscillazioni agli estremi del polinomio pi_n(x) nel caso di nodi equidistanti. Tecniche piú stabili: Nodi di Chebychev o interpolazione lineare a tratti. Interpolazione trigonometrica: Polinomio di interpolazione trigonometrico. Serie di Fourier per funzioni periodiche in [0 T] reale e complessa. Seno e coseno come base per lo spazio vettoriale delle funzioni periodiche. Formula per i coefficienti di Fourier. Sistema lineare per la trasformata discreta di Fourier, matrice dei coefficienti con colonne ortogonali. Applicazioni: Campionamento di un segnale. Filtraggio attraverso la fft di un segnale con rumore. <u>Zeri di funzione.</u> Metodo delle bisezioni. Descrizione e teorema di convergenza con dimostrazione. Data una funzione di cui si vuole approssimare lo zero, ricerca grafica dell'intervallo [a, b] che contiene lo zero e determinazione a priori del numero di iterate necessarie per approssimare lo zero con k cifre significative. Metodo di Newton. Descrizione e teorema di convergenza senza dimostrazione. Concetto fondamentale della velocità di convergenza del metodo. Iterazioni di punto fisso. Definizione delle iterazioni, interpretazione geometrica. Teorema sulla

	Vettori e matrici: inserimento manuale o tramite funzioni predefinite (ones, eye, rand). Uso del semicolon. Funzione size. Manipolazione di righe o colonne. Estrazione di sottomatrici. Uso del comando help per uilizzare le funzioni predefine del Matlab in autonomia. Ciclo for. Applicazione a decadimento radioattivo e al calcolo della media delle componenti di un vettore. Creazione di function media. Test della function tramite problema test. Istruzioni while ed if del Matlab. Applicazioni alla verifica di convergenza di successioni. Successione di Fibonacci. Introduzione del metodo Montecarlo per l'approssimazione di pi greco e per il calcolo di integrali di funzione. Velocità di convergenza del metodo Montecarlo. <u>Algebra lineare e sistemi lineari</u>. Algoritmo di sostituzione in avanti. Algoritmo di sostituzione all'indietro. Uso della function lu del Matlab insieme a sostituzione in avanti e all'indietro per la risoluzione di un sistema lineare. Matrici malcondizionate. Esempi teorici e numerici con matrici 2x2. Test di malcondizionamento tramite risoluzione di sistemi lineari con vettore dei termini noti perturbato o con vettore soluzione noto. Function per creare matrice di Hilbert di dimensione crescente per test di malcondizionamento. <u>Statistica</u>. Caricamento del file accidents dal Matlab per retta di regressione lineare e approssimanti polinomiali ai minimi quadrati di grado 2 e 3. Malcondizionamento della matrice A^TA per problemi di grado piu' elevato. Verifica sperimentale. Esperimenti su retta di regressione lineare. Creazione di esempi didattici ad hoc per simulazioni dei minimi quadrati. <u>Zeri di funzione</u>. Function bisezioni, Newton e secanti. Ricerca del punto di partenza della successione di Newton a partire dal grafico della funzione. Confronti tra le velocità di convergenza dei tre metodi. Natura locale del metodo di Newton: esempio con f(x)=atan(x) e f(x)=x^3+4x^2-10. Metodo di Newton applicato alla funzione f(x)=cosh(x)+cos(x)-gamma, gamma=1,2,3. Caso di zeri multipli e opportune modifiche. <u>Interpolazione polinomiale</u>. Convergenza del polinomio di interpolazione alla funzione f(x)=sin(x). Esempio di oscillazioni agli estremi con la funzione di Runge. Uso della funzione predefinita interp del Matlab. <u>Interpolazione trigonometrica.</u> Uso della function predefinita del Matlab fft. Campionamento e filtraggio di segnale. <u>Metodi numerici per la risoluzione di ODEs</u>. Function metodo Eulero Esplicito. Function predefinita del Matlab ODE45. Applicazioni ai circuiti elettrici e alle reazioni chimiche, risoluzione con Eulero Esplicito ode45: 1) oscillatore armonico con frequenza naturale 1,2,3; 2) oscillatore armonico con attrito; 3) oscillatore armonico con forza esterna periodica in risonanza e non; 4) oscillatore armonico con attrito e forza esterna periodica; 5) oscillatore non lineare di Duffing; 6) Brusselator.

Testi di riferimento	Introduzione al Calcolo Scientifico-Metodi e Applicazioni con Matlab, Giovanni Naldi, Lorenzo Pareschi e Giovanni Russo, Mcgraw-Hill. Introduzione al Calcolo Scientifico, Quarteroni e Saleri, Springer.
Note ai testi di riferimento	Solo alcuni capitoli.
Metodi didattici	Lezioni frontali alla lavagna o lezioni a distanza su Teams con uso di lavagna digitale se necessario. Lezioni al calcolatore per la parte di programmazione.

Metodi di valutazione	Prova al calcolatore: realizzazione di un programma con test ideato dallo studente. Solo al superamento della prova di laboratorio, lo studente sarà ammesso alla prova orale. La prova di laboratorio e quella orale concorrono in egual misura al voto finale.
Criteri di valutazione	<u>Necessario per il superamento dell'esame</u> Lo studente dato un certo problema, dovrà essere in grado di riconoscere se il problema dato sia o meno ben condizionato e quindi adatto alla risoluzione numerica; -nel caso in cui il problema fosse ben condizionato, individuare la tecnica numerica più efficiente alla risoluzione del problema dato; -realizzare un programma per l'implementazione della tecnica scelta; -testare il programma per accertarsi del corretto funzionamento dello stesso, a tale fine lo studente deve essere in grado di creare un test ossia un facile problema di cui si conosce la soluzione teorica; -solo dopo aver testato il corretto funzionamento del programma, utilizzare il programma per risolvere il problema di partenza; -riconoscere se la soluzione ottenuta soddisfa le esigenze di partenza per completare lo studio del problema. <u>Livello superiore di conoscenza</u> Lo studente dovrà fornire rigorose dimostrazioni teoriche dei passaggi utilizzati per a risoluzione del problema di partenza.