SSM
Scuola Superiore Meridionale

SCHEDA INSEGNAMENTO

Mathematical and Data Modelling

Corso di studi: Matematica Fisica e Ingegneria

1. Informazioni sul docente

Docente: Gian Carlo Maffettone

E-mail: gc.maffettone@ssmeridionale.it

Pagina web: https://sites.google.com/site/dibernardogroup/group/gian-carlo-maffettone

2. Informazioni generali

Lingua di erogazione:	Inglese
Anno di corso:	III, IV
Periodo di svolgimento:	1° semestre
CFU:	6 CFU
Ore	48
È modulo di un corso	No
Insegnamenti propedeutici:	Algebra e Geometria, Analisi Matematica II, Fondamenti di Informatica.

3. Contenuti

Competenze propedeutiche

- Algebra lineare e analisi matematica

La comprensione di concetti come vettori, matrici, derivazione e integrazione ai fini dello sviluppo di modelli matematici per sistemi complessi. Elementi di probabilità e statistica

- Programmazione e utilizzo di strumenti computazionali (ad es., Python, MATLAB)

Competenze in linguaggi di programmazione e software di calcolo ai fini dell'implementazione numerica dei modelli matematici.

3.1. Obiettivi formativi

L'obiettivo formativo principale è quello di fornire agli studenti una solida base nella modellazione matematica e nella risoluzione di problemi applicati a casi concreti di ingegneria o scienze applicate. Il corso coprirà paradigmi sia incentrati sui modelli che sui dati, in un'ottica interdisciplinare. Al termine del corso, gli studenti saranno in grado di:

1. modellare matematicamente una serie di problemi reali provenienti da ingegneria, fisica e scienze applicate;
2. effettuare ricerca, lettura e interpretazione di informazioni tecniche;
3. comprendere il ciclo della modellazione matematica: derivazione del modello, analisi, previsione/interpretazione, simulazione e perfezionamento iterativo;
4. identificare e applicare una serie di metodologie matematiche e computazionali appropriate quando si affrontano problemi nuovi e sconosciuti;
5. praticare lavoro di squadra e gestione del tempo;
6. presentare e interpretare i risultati matematici per un pubblico più ampio;
7. effettuare la redazione di relazioni tecniche.

3.2. Programma

Il corso ha l'obiettivo di integrare le conoscenze e le competenze degli studenti di matematica, fisica e ingegneria in ambito di modellazione matematica interdisciplinare, analisi dei dati e risoluzione di problemi applicati a situazioni reali nel campo della scienza e tecnologia applicata.

Il corso si concentra su casi studio motivanti e comprende 48 ore di lezione. Il caso studio è orientato all'analisi dei dati e all'utilizzo di tecniche di modellazione computazionale e analitica per analizzare e gestire sistemi complessi, sia da una prospettiva microscopica che macroscopica. Verranno esplorati anche i fondamenti della modellazione stocastica, quantificazione dell'incertezza e valutazione dei rischi. All'inizio, verranno effettuate una serie di lezioni frontali con l'obiettivo di fornire agli studenti gli strumenti presentati agli studenti teorici e pratici della modellazione matematica e basata su dati. Successivamente, saranno assegnati agli studenti progetti reali, principalmente derivati da enti esterni, problemi di ricerca e scenari del mondo reale. Gli studenti saranno poi suddivisi in gruppi di 2-3 membri per lavorare su ciascun caso studio sotto la supervisione di un membro del corpo docente.

Durante il corso, gli studenti verranno formati nell'approccio alla risoluzione dei problemi e guidati nell'applicazione di specifiche metodologie di soluzione matematiche e computazionali dal docente supervisore. Al termine del progetto, ogni gruppo presenterà i propri risultati tramite una presentazione orale e consegnerà una relazione tecnica scritta.

3.3. Materiale didattico

Non esiste un set di libri di testo standard per questo corso. Ogni problema presentato sarà solitamente accompagnato da alcuni riferimenti. Tuttavia, gli studenti saranno incoraggiati a utilizzare internet per trovare eventuali informazioni tecniche mancanti non incluse nella presentazione del problema. Verranno inoltre forniti appunti delle lezioni ove necessario e ulteriore materiale sarà reso disponibile all'occorrenza. Alcuni riferimenti sono elencati di seguito:

- Palacios, A. "Mathematical Modeling A Dynamical Systems Approach to Analyze Practical Problems", Mathematical Engineering, Springer;
- Hinze, M., Kutz, J. N., Mula, O., & Urban, K. "Model Order Reduction and Applications", Lecture Notes in Mathematics, Vol. 2328, 2023, Springer;
- LeVeque, R. J. (2002), "Finite Volume Methods for Hyperbolic Problems", 2022, Cambridge University Press.
- Øksendal, Bernt. Stochastic Differential Equations: An Introduction with Applications. 6th ed. Berlin: Springer, 2013.

4. Modalità di svolgimento

4.1. Insegnamento

- 50% delle ore dedicate a lezioni frontali.
- 50% delle ore dedicate a esercitazioni in aula.

4.2. Valutazione

- Discussioni di un elaborato
- Esame orale