



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

SCUOLA DI ECONOMIA E STATISTICA

DIPARTIMENTO DI ECONOMIA, METODI QUANTITATIVI E STRATEGIE DI
IMPRESA

**Guida al Corso di Laurea Magistrale
in Scienze Statistiche ed Economiche**

Anno Accademico 2020-21

<http://www.sse.dems.unimib.it>

Indice

1	PRESENTAZIONE DEL CORSO	4
1.1	Obiettivi formativi specifici e descrizione dell'iter formativo . . .	6
1.2	Profili professionali e sbocchi occupazionali	7
1.2.1	Funzioni	8
1.2.2	Competenze	8
1.2.3	Sbocchi	9
1.3	Norme relative all'accesso	10
2	ORGANIZZAZIONE DEL CORSO	13
2.1	Tipologia di attività formative	13
2.2	Attività formative autonomamente scelte dallo studente . . .	13
2.3	Altre attività formative	14
2.4	Forme didattiche	15
2.5	Modalità di verifica del profitto	15
2.6	Frequenza	15
2.7	Piano di studio	16
2.8	Attività di orientamento e tutorato	21
2.9	Scansione delle attività formative e appelli d'esame	22
2.10	Prova finale	22
2.11	Modalità di svolgimento della prova finale	23
2.12	Riconoscimento crediti e modalità di trasferimento	24
2.13	Attività di ricerca a supporto delle attività formative che caratterizzano il profilo del corso di studio	25
2.13.1	Area Statistica	25
2.13.2	Area Statistica economica	25
2.13.3	Area Economica	26
2.14	Docenti del corso di studio	26
3	INFORMAZIONI GENERALI	28
3.1	Come raggiungere la sede del Corso di laurea	28
3.2	L'Ufficio orientamento e stage	29

3.3	I servizi per gli studenti	29
3.3.1	I Rappresentanti degli studenti	29
3.3.2	Studiare all'estero	29
3.3.3	Laboratori informatici	29
3.3.4	Sito del Dipartimento	30
3.4	Iscrizioni	30
3.4.1	Modalità di ammissione	30
3.4.2	Immatricolazione	30
3.4.3	Rinnovare l'iscrizione	31
4	PROGRAMMI DEGLI INSEGNAMENTI	32
4.1	Analisi delle serie economiche temporali e longitudinali M	33
4.1.1	Modulo: Serie storiche economiche	33
4.1.2	Modulo: Microeconometria	36
4.2	Analisi di mercato M	39
4.2.1	Modulo: Statistica aziendale	39
4.2.2	Modulo: Analisi di mercato quantitative	42
4.3	Data Science M	45
4.3.1	Modulo: Data Mining	45
4.3.2	Modulo: Statistical Learning – (Modern Inference & An Introduction to Deep Learning)	48
4.4	Economia applicata M	51
4.5	Economia delle assicurazioni M	54
4.6	Economia finanziaria M	56
4.7	Economics for data Science	58
4.8	Finanza Matematica M	60
4.9	Gestione del rischio M	62
4.9.1	Modulo: Computational Finance and Financial Econo- metrics	62
4.9.2	Modulo: Risk management	65
4.10	Introduzione all'inferenza statistica M	67
4.11	Introduzione alle serie storiche M	69
4.12	Machine learning	71

4.13	Macroeconomia M	74
4.14	Matematica per l'Economia M	76
4.15	Metodi per le indagini campionarie M	78
4.16	Microeconomia M	81
4.17	Modelli economici M	84
	4.17.1 Modulo: Advanced Microeconomics	84
	4.17.2 Modulo: Economia e dinamica industriale	86
4.18	Modelli Statistici M	88
	4.18.1 Modulo: Statistica Bayesiana	88
	4.18.2 Modulo: Statistica spaziale	90
4.19	Probabilità e statistica computazionale	93
	4.19.1 Modulo: Probabilità applicata	93
	4.19.2 Modulo: Statistica computazionale	95
4.20	Processi stocastici M	97
4.21	Statistica avanzata M	99
	4.21.1 Modulo: Statistica multivariata	99
	4.21.2 Modulo: Teoria dell'inferenza statistica	101
4.22	Statistica economica M	103

1 PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il Corso di Laurea Magistrale in Scienze Statistiche ed Economiche appartiene alla Classe delle Lauree Magistrali in Scienze Statistiche (LM-82), ha una durata di due anni e comporta l'acquisizione di 120 crediti formativi universitari (CFU) per il conseguimento del titolo. Sono previsti 12 esami che prevedono l'acquisizione di 108 CFU. I restanti crediti saranno acquisiti attraverso altre attività formative quali stage o seminari e la prova finale. Indicativamente, gli esami previsti sono 7 al primo anno e 5 al secondo anno.

L'accesso al corso di studio prevede la verifica del possesso dei requisiti curriculari, il sostenimento di un test (erogato a luglio e a settembre) volto ad accertare l'idoneità della preparazione iniziale sulle discipline Matematica e Statistica e, in caso di esito positivo nel test, un incontro con docenti del corso di studio per la presentazione e la discussione dei percorsi formativi.

Alcuni insegnamenti del corso potranno essere tenuti in lingua inglese.

Al termine degli studi viene rilasciato il titolo di Laurea Magistrale in Scienze Statistiche ed Economiche.

Il titolo consente l'accesso a Master di secondo livello e Dottorati di Ricerca nelle discipline Statistiche ed Economiche attivati presso l'Università degli Studi di Milano-Bicocca o presso altri atenei secondo le modalità stabilite nei rispettivi regolamenti.

Il laureato magistrale in Scienze Statistiche ed Economiche ha la possibilità di iscriversi all'Albo degli Attuari previo superamento dell'Esame di Stato.

Il Corso di Laurea magistrale intende fornire una solida preparazione culturale e metodologica nelle discipline Statistiche ed Economiche che consentirà ai laureati di descrivere, interpretare e spiegare i fenomeni e i processi statistici ed economici propri della realtà; gestire i processi decisionali caratteristici dei sistemi organizzativi complessi; gestire ed analizzare grandi moli di dati (big data) tramite le più moderne metodologie statistiche. Accanto ad una preparazione di base comune, prevede tre percorsi: Statistica per le imprese (SPI), Statistica e data science (STAT) e Mercati assicurativi e finanziari (MAF). In tale modo prepara alle professioni di statistico, data analyst

e data scientist, specialista in attività finanziarie e di intermediazione monetaria, analista di mercato e sondaggista d'opinione, specialista dei sistemi economici, specialista di controllo e gestione, ricercatore e tecnico.

Nella XXI Indagine di AlmaLaurea (2019) i laureati magistrali del corso nel 2018 hanno riportato un tasso di occupazione a un anno dal conseguimento del titolo pari a 96,7% (a fronte di una media nazionale per la classe di laurea di 91,5%). Il 78,9% degli immatricolati si è laureato entro la durata normale del corso a fronte del 59,8% di laureati nello stesso tipo di studi a livello nazionale (fonte dati: ANVUR, 2019).

Breve descrizione in inglese

The MSc in Statistics and Economics offers advanced training in Statistics and Economics through courses in statistical methods and applications, Economics and Econometrics, in addition to other optional courses including: Machine Learning, Statistical learning, Data Mining, Risk Management and Mathematical Finance. After completion of the first compulsory courses, which provide a common interdisciplinary training, students can choose among 3 different paths: Business Statistics, Data Science and Financial and Insurance markets. Internships and time spent abroad are features of the program. The normal duration of the course is 2 years.

1.1 Obiettivi formativi specifici e descrizione dell'iter formativo

Il corso di laurea magistrale in Scienze Statistiche ed Economiche fornisce le conoscenze teoriche, le competenze operative e le abilità pratiche indispensabili per:

- descrivere, interpretare e spiegare i fenomeni e i processi statistici ed economici propri della realtà locale, nazionale e internazionale, e formulare previsioni metodologicamente fondate, accurate e affidabili sull'evoluzione delle variabili economiche rilevanti per la comprensione di tali fenomeni e processi
- gestire i processi decisionali caratteristici dei sistemi organizzativi complessi e contribuire, con le competenze specifiche fornite dalla teoria e dalla metodologia statistica ed economica, alla soluzione dei problemi informativi e decisionali propri delle diverse realtà aziendali e professionali
- gestire ed analizzare grandi moli di dati (big data) tramite le più moderne metodologie statistiche al fine di elaborare le informazioni fondamentali per i processi decisionali

Il corso di laurea magistrale Scienze Statistiche ed Economiche è strutturato in maniera tale da assicurare ai propri laureati:

- una solida conoscenza della metodologia statistica e dei suoi aspetti applicativi in campo economico, finanziario, assicurativo e previdenziale
- competenze approfondite, di carattere avanzato, nell'area delle discipline statistico-economiche, economico-politiche ed economico-aziendali
- una sicura padronanza delle teorie e delle tecniche di analisi di dati qualitativi e quantitativi, di previsione economica e di stima econometrica, di aggiornamento e uso dei sistemi informativi-statistici (nazionali, territoriali, aziendali) e dei relativi database

- una conoscenza accurata degli strumenti logico-concettuali e metodologici indispensabili per la progettazione e l'esecuzione di indagini riguardanti i comportamenti individuali e aggregati a livello micro e macroeconomico, per l'effettuazione di rilevazioni e analisi finalizzate all'organizzazione aziendale e alla gestione delle imprese, per la progettazione e la realizzazione di ricerche e analisi di mercato.

Le aree tematiche previste, Statistica per le Imprese, Statistica e Data Science e Mercati assicurativi e finanziari, sono concepite per assicurare al laureato un nucleo comune di solide conoscenze metodologiche e applicate in campo statistico ed economico. Con gli insegnamenti di statistica, di statistica economica, di micro e di macro economia avanzate, di matematica per le applicazioni economiche, di analisi delle serie storiche e di microeconometria si propone di formare laureati che abbiano competenze avanzate nei seguenti ambiti:

- i) statistica per le imprese, statistica aziendale, economia industriale, analisi quantitativa dei mercati dei prodotti;
- ii) per l'area Statistica e Data Science negli ambiti dell'inferenza e modellizzazione statistica avanzata, delle moderne tecniche statistiche per dati complessi, quali data mining, statistical learning e statistica spaziale;
- iii) per l'area Mercati assicurativi e finanziari negli ambiti della gestione del rischio finanziario e di mercato, dell'economia finanziaria e della finanza quantitativa, dell'econometria della finanza e della matematica avanzata per le applicazioni economiche.

1.2 Profili professionali e sbocchi occupazionali

Il Corso di laurea magistrale in Scienze Statistiche ed Economiche intende fornire le conoscenze teoriche, le competenze operative e le abilità pratiche indispensabili per descrivere, interpretare e spiegare i fenomeni statistici ed economici, per formulare previsioni e per gestire i processi decisionali.

1.2.1 Funzioni

Il Corso di laurea magistrale in Scienze Statistiche ed Economiche, a seconda del percorso, può formare laureati con competenze avanzate negli ambiti della metodologia statistica e della statistica computazionale con particolare riguardo all'analisi di basi di dati di elevata dimensione e complessità, ovvero con competenze nell'ambito della statistica aziendale, dell'analisi quantitativa dei mercati dei prodotti o ancora nell'ambito della gestione del rischio finanziario e di mercato, dell'economia finanziaria e della finanza quantitativa e dell'econometria della finanza.

1.2.2 Competenze

Tra le attività che i laureati del corso di laurea magistrale in Scienze Statistiche ed Economiche potranno svolgere si indicano:

- applicazioni avanzate di metodologie statistiche di particolare complessità prevalentemente in ambito economico in aziende pubbliche e private;
- l'analisi e la soluzione di problemi di gestione, programmazione e controllo delle risorse umane, della produzione, della qualità dei beni e dei servizi, etc., in uffici statistici sia di imprese private (industriali, bancarie, assicurative, finanziarie, etc.), sia di aziende ed enti pubblici;
- l'attività di libera professione e di consulenza alle imprese in tutti i campi sopra citati;
- funzioni manageriali e direttive nelle aziende pubbliche e private di qualsiasi settore economico;
- ricerca scientifica e insegnamento, nelle università e negli enti di ricerca;
- l'analisi, la formalizzazione e la soluzione di problemi complessi di natura economica, statistica, finanziaria e assicurativa in uffici studi, ricerche e programmazione di imprese private e di enti pubblici, nelle autorità di

regolazione dei mercati e dei servizi di pubblica utilità, negli organismi governativi e nelle agenzie nazionali e internazionali;

- l'elaborazione di previsioni, studi di settore, analisi di mercato, etc., negli uffici statistici di aziende pubbliche e private, nelle società di ricerche di mercato, nelle società di consulenza economica e finanziaria.

1.2.3 Sbocchi

Facendo riferimento allo schema di classificazione analitica delle professioni pubblicato dall'ISTAT nel 2001, aggiornato nel 2011, tra le professioni che i laureati del Corso di laurea magistrale in Scienze Statistiche ed Economiche potranno svolgere si segnalano:

- dirigenti e imprenditori, in particolare imprenditori, amministratori e direttori di grandi aziende private (codice ISTAT: 1.2);
- professioni intellettuali, scientifiche e di elevata specializzazione, in particolare matematici e statistici e professioni assimilate correlate (codice ISTAT: 2.1.1.3), specialisti delle scienze gestionali, commerciali e bancarie (codice ISTAT: 2.5.1); specialisti in scienze economiche (codice ISTAT: 2.5.3.1.); ricercatori e tecnici laureati (codice ISTAT: 2.6.2).

Rispetto allo schema di classificazione delle attività economiche pubblicato dall'ISTAT nel 2008 (Ateco, 2007), tra le attività professionali che i laureati del Corso di laurea magistrale in Scienze statistiche ed economiche potranno svolgere si evidenziano:

- intermediazione monetaria (codice Ateco: K64.1);
- altre intermediazioni monetarie (codice Ateco: K64.19);
- attività delle società di partecipazione (holding) (codice Ateco: K64.2);
- società fiduciarie, fondi e altre società simili (codice Ateco: K64.3);
- altre attività di servizi finanziari (escluse le assicurazioni e i fondi pensione) (codice Ateco: K64.9);

- assicurazioni, riassicurazioni e fondi pensione (escluse le assicurazioni sociali obbligatorie) (codice Ateco: K65).
- attività ausiliarie dei servizi finanziari e delle attività assicurative (codice Ateco: K66);
- attività di direzione aziendale e consulenza gestionale (codice Ateco: M70);
- ricerca e sviluppo sperimentale nel campo delle scienze sociali e umanistiche (codice Ateco: M72.2);
- ricerche di mercato e sondaggi di opinione (codice Ateco: M73.2);
- attività generali di amministrazione pubblica (codice Ateco: O84.11);
- regolamentazione delle attività di amministrazione pubblica che contribuiscono a una più efficiente gestione delle attività economiche (codice Ateco: O84.13);
- assicurazione sociale obbligatoria (codice Ateco: O84.3);
- istruzione post-secondaria universitaria e non universitaria (codice Ateco: P.85.4)

1.3 Norme relative all'accesso

Possono accedere al corso di laurea magistrale in Scienze Statistiche ed Economiche i laureati in possesso di un diploma di laurea appartenente a una delle seguenti classi di laurea previste dal DM 270/04 (per la corrispondenza tra classi di laurea relative al DM 270/04 e le classi di laurea relative al DM 509/99 si rinvia alle linee guida ministeriali per la progettazione dei nuovi Ordinamenti didattici dei Corsi di laurea e di laurea magistrale relative ai DM 22 ottobre 2004, n. 270 e 16 marzo 2007):

- L-7 Ingegneria civile e ambientale;

- L-8 Ingegneria dell'informazione;
- L-9 Ingegneria industriale;
- L-16 Scienze dell'amministrazione e dell'organizzazione;
- L-18 Scienze dell'economia e della gestione aziendale;
- L-30 Scienze e tecnologie fisiche;
- L-31 Scienze e tecnologie informatiche;
- L-32 Scienze e tecnologie per l'ambiente e per la natura;
- L-33 Scienze economiche;
- L-35 Scienze matematiche;
- L-36 Scienze politiche e delle relazioni internazionali;
- L-40 Sociologia;
- L-41 Statistica

Per accedere al corso di laurea magistrale in Scienze Statistiche ed Economiche tali laureati devono avere acquisito nel loro precedente percorso formativo un minimo complessivo di 50 CFU all'interno delle tipologie di competenze elencate qui di seguito. Concorrono necessariamente alla determinazione del numero minimo complessivo di 50 CFU almeno 6 CFU nella tipologia Statistica, statistica applicata, almeno 6 CFU nella tipologia Matematica, matematica applicata.

Tipologia di competenze: Statistica, statistica applicata (CFU minimi = 6)

Secs-S/01: Statistica

Secs-S/02: Statistica Per La Ricerca Sperimentale E Tecnologica

Secs-S/03: Statistica Economica

Secs-S/04: Demografia

Secs-S/05: Statistica Sociale

M-Psi/03: Psicometria
Med/01: Statistica Medica
Mat/06: Probabilità E Statistica Matematica

Tipologia di competenze: Matematica, matematica applicata (CFU minimi = 6)

Mat/02: Algebra
Mat/03: Geometria Mat/05: Analisi Matematica
Mat/07: Fisica Matematica
Mat/08: Analisi Numerica
Mat/09: Ricerca Operativa
Secs-S/06: Metodi Matematici Dell'economia E Delle Scienze Attuariali E Finanziarie

Tipologia di competenze: Economia

Secs-P/01: Economia Politica
Secs-P/02: Politica Economica
Secs-P/03: Scienza Delle Finanze
Secs-P/05: Econometria
Secs-P/06: Economia Applicata
Secs-P/07: Economia Aziendale
Secs-P/08: Economia E Gestione Delle Imprese
Secs-P/09: Finanza Aziendale
Secs-P/10: Organizzazione Aziendale
Secs-P/11: Economia Degli Intermediari Finanziari
Ing-Ind/35: Ingegneria Economico-Gestionale

Tipologia di competenze: Informatica

Inf/01: Informatica
Ing-Inf/05: Sistemi Di Elaborazione Delle Informazioni

Per gli studenti in possesso dei requisiti di accesso è previsto un test di accesso inteso ad accertare l'idoneità della preparazione iniziale sulle discipli-

ne Matematica e Statistica. In caso di valutazione non positiva lo studente non verrà ammesso al corso di laurea magistrale non avendo una preparazione idonea per affrontare il percorso di studio. Sono esonerati dal test gli studenti laureati nella Classe L-41, purché il loro voto di laurea sia superiore o uguale a 90/110 e i laureandi nella Classe L-41, purché entro la scadenza della prescrizione abbiano una media uguale o superiore al 25/30 e a cui manchino 12 CFU o meno per concludere il percorso triennale. Per tutti gli studenti che hanno sostenuto con esito positivo il test di accesso e per tutti coloro che sono esonerati è previsto obbligatoriamente un incontro con docenti del corso di studio per la presentazione e la discussione dei percorsi formativi. Ulteriori indicazioni saranno pubblicate alla pagina web del corso di laurea magistrale www.sse.dems.unimib.it.

2 ORGANIZZAZIONE DEL CORSO

2.1 Tipologia di attività formative

Il corso di laurea magistrale in Scienze Statistiche ed Economiche prevede cinque diversi tipi di attività formative:

1. attività formative caratterizzanti
2. attività formative affini o integrative
3. attività formative autonomamente scelte dallo studente
4. attività formative relative alla preparazione della prova finale per il conseguimento del titolo di studio
5. altre attività formative

2.2 Attività formative autonomamente scelte dallo studente

Per quanto riguarda le attività formative autonomamente scelte, gli studenti possono conseguire i 12 CFU riservati a tali attività con il superamento degli

esami relativi agli insegnamenti di laurea magistrale o a ciclo unico, a cui sia complessivamente attribuito un numero di crediti pari a quello richiesto, scelti fra quelli impartiti nei corsi di laurea del Dipartimento di Economia, Metodi Quantitativi e Strategie di Impresa, impartiti in altri Dipartimenti dell'Università degli Studi di Milano-Bicocca o impartiti in altre università con le quali esistano specifiche convenzioni.

2.3 Altre attività formative

Allo scopo di agevolare la fase di progettazione ed elaborazione della tesi di laurea, il corso di laurea magistrale in Scienze Statistiche ed Economiche prevede che lo studente svolga una tra le seguenti attività di supporto:

- i) stage/tirocinio direttamente collegato agli argomenti oggetto della tesi di laurea, organizzati presso enti/istituzioni pubblici o privati;
- ii) conseguimento di certificazioni di lingua inglese di livello B2 o superiore;
- iii) conseguimento di certificazioni di conoscenza di pacchetti statistici avanzati (come per esempio R, Phyton o SAS) che siano un complemento alle competenze acquisite nel corso di laurea;
- iv) conseguimento dei digital badge al termine di corsi organizzati dall'Università degli Studi di Milano-Bicocca per lo sviluppo di competenze trasversali (come per esempio BBetween o I-Bicocca);
- v) partecipazione a laboratori organizzati dai docenti del corso di laurea quali il Lab Data Challenge in cui gli studenti lavorano in gruppo su un dataset complesso per fornire risposte a quesiti aziendali;
- vi) partecipazione a seminari direttamente collegati agli argomenti oggetto della tesi di laurea, organizzati presso enti/istituzioni pubblici o privati;
- vii) altre iniziative che si rendano disponibili di anno in anno, come deciso dal Consiglio di Coordinamento didattico.

A tali attività di supporto vengono complessivamente attribuiti 2 CFU. Per quanto riguarda il riconoscimento dei 2 CFU lo studente deve fornire le certificazioni che consentono di attestarne la frequenza o al Coordinatore del corso di laurea magistrale in Scienze Statistiche ed Economiche che ne richiede il riconoscimento ai fini della carriera dello studente.

2.4 Forme didattiche

Gli insegnamenti previsti all'interno del corso di laurea magistrale in Scienze Statistiche ed Economiche consistono, prevalentemente, in lezioni frontali, esercitazioni e laboratori.

Agli insegnamenti impartiti nel corso di laurea magistrale in Scienze Statistiche ed Economiche sono di norma attribuiti 6 CFU. Il numero di ore per 1 CFU varia a seconda della tipologia di attività formativa. In particolare, 1 CFU è pari a 7 ore di lezioni frontali, 8-12 ore di esercitazioni, 8-12 ore di laboratori. Considerando che 1 CFU vale complessivamente 25 ore, per ciascuna tipologia di attività formativa le ore restanti sono dedicate allo studio in autonomia.

2.5 Modalità di verifica del profitto

Il profitto dello studente relativamente a un particolare insegnamento viene accertato mediante un esame scritto e orale o orale o una prova in laboratorio. Potranno concorrere a tale valutazione modalità di verifica informale quali gli approfondimenti scritti su particolari argomenti riguardanti l'insegnamento, la presentazione orale di articoli pubblicati su rilevanti riviste scientifiche inerenti i temi trattati dall'insegnamento e la discussione di gruppo, moderata dal docente, su argomenti trattati a lezione.

2.6 Frequenza

Il corso di laurea magistrale in Scienze Statistiche ed Economiche non prevede la frequenza obbligatoria, anche se la partecipazione sistematica dello studente a lezioni frontali, esercitazioni e laboratori è fortemente consigliata.

Tutti gli studenti, sono invitati a contattare periodicamente i docenti dei singoli insegnamenti servendosi degli orari di ricevimento pubblicati sul sito web www.sse.dems.unimib.it e/o nelle pagine personali dei singoli docenti presenti sulla piattaforma e-learning dell'Ateneo raggiungibile all'indirizzo <http://elearning.unimib.it/>.

2.7 Piano di studio

Allo studente viene automaticamente attribuito un piano di studio all'atto dell'iscrizione al primo anno, che costituisce il piano di studio statutario. Successivamente lo studente deve presentare un proprio piano di studio con l'indicazione delle attività opzionali e di quelle a scelta. Il piano di studio è approvato dal Consiglio di Coordinamento Didattico. Le modalità e le scadenze di presentazione del piano sono definite dall'ateneo. Il diritto dello studente di sostenere prove di verifica relative a una attività formativa è subordinato alla presenza dell'attività stessa nell'ultimo piano di studio approvato. Per quanto non previsto dal presente Regolamento si rinvia al Regolamento didattico di ateneo per gli studenti. Il piano di studio statutario è strutturato come segue:

PERCORSO: STATISTICA PER LE IMPRESE (SPI)

PRIMO ANNO, PER UN TOTALE DI 60 CFU E 7 ESAMI

Attività obbligatorie

Analisi delle serie economiche temporali e longitudinali M

MODULO: Serie storiche economiche, CFU: 6, SSD: SECS-S/03

MODULO: Microeconometria, CFU: 6, SSD: SECS-P/05

Statistica avanzata M

MODULO: Statistica multivariata, CFU: 6, SSD: SECS-S/01

MODULO: Teoria dell'inferenza statistica, CFU: 6, SSD SECS-S/01

Statistica economica M, CFU: 6, SSD: SECS-S/03

Probabilità e Statistica computazionale M

MODULO: Probabilità applicata , CFU: 6, SSD: MAT/06

MODULO: Statistica computazionale, CFU: 6, SSD: SECS-S/01

Microeconomia M, CFU: 6, SSD: SECS-P/01

Metodi per le indagini campionarie M, CFU: 6, SSD: SECS-S/01

Machine learning M, CFU 6, SSD: INF/01

Lo studente può sostituire l'insegnamento di Machine learning M con uno dei seguenti insegnamenti: Introduzione alle serie storiche M CFU: 6, SSD: SECS-S/03, Introduzione all'inferenza statistica M CFU: 6, SSD: SECS-S/01, oppure Economia delle assicurazioni M: CFU 6, SSD: SECS-P/11.

SECONDO ANNO, PER UN TOTALE DI 60 CFU E 5 ESAMI

Attività di percorso obbligatorie

Analisi di mercato M

MODULO: Analisi di mercato quantitative, CFU: 6, SSD: SECS-S/03

MODULO: Statistica aziendale, CFU: 6, SSD: SECS-S/03

Modelli economici M

MODULO: Advanced Microeconomics, CFU: 6, SSD: SECS-P/01

MODULO: Economia e dinamica industriale, CFU: 6, SSD: SECS-P/01

Economia applicata M: CFU: 6, SSD: SECS-P/05

Data mining M, CFU: 6, SSD: SECS-S/01

Lo studente può sostituire l'insegnamento di Data mining M con uno dei seguenti insegnamenti: Statistica spaziale M CFU: 6, SSD: SECS-S/01, Statistical learning M CFU: 6, SSD: SECS-S/01, oppure Statistica bayesiana M CFU: 6, SSD: SECS-S/01.

A scelta dello studente, CFU: 12

Prova finale, CFU: 10

Altre attività formative, CFU: 2

PERCORSO: STATISTICA E DATA SCIENCES (STAT)

PRIMO ANNO, PER UN TOTALE DI 60 CFU E 7 ESAMI

Attività obbligatorie

Analisi delle serie economiche temporali e longitudinali M

MODULO: Serie storiche economiche, CFU: 6, SSD: SECS-S/03

MODULO: Microeconometria, CFU: 6, SSD: SECS-P/05

Statistica avanzata M

MODULO: Statistica multivariata, CFU: 6, SSD: SECS-S/01

MODULO: Teoria dell'inferenza statistica, CFU: 6, SSD SECS-S/01

Statistica economica M, CFU: 6, SSD: SECS-S/03

Probabilità e Statistica computazionale M

MODULO: Probabilità applicata , CFU: 6, SSD: MAT/06

MODULO: Statistica computazionale, CFU: 6, SSD: SECS-S/01

Microeconomia M, CFU: 6, SSD: SECS-P/01

Processi stocastici M, CFU: 6, SSD: SECS-S/01

Machine learning M, CFU 6, SSD: INF/01

Lo studente può sostituire l'insegnamento di Machine learning M con uno dei seguenti insegnamenti: Introduzione alle serie storiche M CFU: 6, SSD: SECS-S/03, Introduzione all'inferenza statistica M CFU: 6, SSD: SECS-S/01, oppure Economia delle assicurazioni M: CFU 6, SSD: SECS-P/11.

SECONDO ANNO, PER UN TOTALE DI 60 CFU E 5 ESAMI

Attività obbligatorie

Data Science M

MODULO: Data mining , CFU: 6, SSD: SECS-S/01

MODULO: Statistical learning, CFU: 6, SSD: SECS-S/01

Modelli statistici M

MODULO: Statistica bayesiana , CFU: 6, SSD: SECS-S/01

MODULO: Statistica spaziale, CFU: 6, SSD: SECS-S/01

Economia applicata M: CFU: 6, SSD: SECS-P/05

Economics for data science M: CFU: 6, SSD: SECS-P/05

A scelta dello studente, CFU: 12

Prova finale, CFU: 10

Altre attività formative, CFU: 2

PERCORSO: MERCATI ASSICURATIVI E FINANZIARI (MAF)

PRIMO ANNO, PER UN TOTALE DI 60 CFU E 7 ESAMI

Attività obbligatorie

Analisi delle serie economiche temporali e longitudinali M

MODULO: Serie storiche economiche, CFU: 6, SSD: SECS-S/03

MODULO: Microeconometria, CFU: 6, SSD: SECS-P/05

Statistica avanzata M

MODULO: Statistica multivariata, CFU: 6, SSD: SECS-S/01

MODULO: Teoria dell'inferenza statistica, CFU: 6, SSD SECS-S/01

Statistica economica M, CFU: 6, SSD: SECS-S/03

Probabilità e Statistica computazionale M

MODULO: Probabilità applicata , CFU: 6, SSD: MAT/06

MODULO: Statistica computazionale, CFU: 6, SSD: SECS-S/01

Microeconomia M, CFU: 6, SSD: SECS-P/01

Matematica per l'economia M, CFU 6, SSD: SECS-S/06

Processi stocastici M, CFU: 6, SSD: SECS-S/01

SECONDO ANNO, PER UN TOTALE DI 60 CFU E 5 ESAMI

Attività obbligatorie

Gestione del rischio M

MODULO: Risk management, CFU: 6, SSD: SECS-P/05

MODULO: Computational Finance and Financial Econometrics,
CFU: 6, SSD: SECS-S/03

Economia finanziaria M, CFU: 9, SSD: SECS-P/01

Finanza matematica M¹, CFU: 6, SSD: SECS-S/06

Macroeconomia M: CFU: 9, SSD: SECS-P/01

A scelta dello studente, CFU: 12

Prova finale, CFU: 10

Altre attività formative, CFU: 2

2.8 Attività di orientamento e tutorato

Il corso di laurea magistrale in Scienze Statistiche ed Economiche prevede un servizio di orientamento e tutorato il cui scopo principale è fornire le informazioni necessarie affinché lo studente sia in grado di scegliere l'area tematica di approfondimento (Statistica per le imprese, Statistica e data science o Mercati assicurativi e finanziari), coniugando al meglio le proprie conoscenze pregresse con gli obiettivi formativi del corso. L'attività di tutorato è svolta dai seguenti docenti:

¹Lo studente può sostituire questo insegnamento di 6 CFU di tipo C con: Statistica aziendale M: CFU 6, SSD: SECS-S/03

Docente	Contatti	
	Telefono	Email
Prof.ssa Sonia Migliorati	02-6448.5874	sonia.migliorati@unimib.it
Dott. Christian Garavaglia	02-6448.5851	christian.garavaglia@unimib.it
Prof. Piero Quatto	02-6448.5838	piero.quatto@unimib.it
Prof. Riccardo Borgoni	02-6448.5845	riccardo.borgoni@unimib.it

2.9 Scansione delle attività formative e appelli d'esame

La didattica del corso di laurea magistrale in Scienze Statistiche ed Economiche è organizzata in due semestri, ciascuno dei quali è diviso in due cicli, di norma, di sei settimane ciascuno. Gli appelli d'esame per ciascun insegnamento sono almeno cinque e potranno essere collocati nei mesi di febbraio, giugno/luglio, settembre, novembre oppure aprile, a seconda del ciclo in cui viene svolto l'insegnamento. Per ulteriori indicazioni si rimanda al sito www.sse.dems.unimib.it.

2.10 Prova finale

Per il conseguimento della laurea magistrale in Scienze Statistiche ed Economiche è richiesta l'elaborazione di una tesi di laurea magistrale, sotto la guida e con l'assistenza di (almeno) un docente relatore scelto tra i professori e i ricercatori appartenenti al Consiglio di Coordinamento Didattico, al Dipartimento o alla Scuola cui il corso di studio afferisce.

La tesi consiste in un elaborato scritto, contenente i contributi e/o i risultati conseguiti dallo studente mediante un'attività di ricerca riguardante tematiche coerenti con gli obiettivi formativi del corso di laurea magistrale e con lo specifico percorso eventualmente scelto dallo studente. La prova finale consiste nell'elaborazione e nella presentazione della tesi, con discussione in seduta pubblica, di fronte a una Commissione composta da professori e/o ricercatori del Consiglio di Coordinamento Didattico o del Dipartimento cui il corso di studio afferisce o eventualmente di altri Dipartimenti e/o Università. La Commissione esprime la valutazione finale in centodecimi con eventuale

attribuzione della lode. La trasformazione in centodecimi dei voti conseguiti nelle attività formative che danno origine a votazione in trentesimi comporterà una media ponderata rispetto ai relativi crediti formativi universitari acquisiti. La tesi di laurea magistrale può essere redatta e discussa in lingua inglese.

Allo scopo di agevolare la fase di progettazione ed elaborazione della tesi di laurea, il corso di laurea magistrale in Scienze Statistiche ed Economiche prevede che lo studente svolga attività formative di supporto come da elenco al paragrafo dedicato a cui vengono attribuiti 2 CFU. I 10 CFU dedicati al lavoro di tesi, unitamente ai 2 CFU appena chiamati in causa, vanno a valorizzare la prova finale rendendola più che coerente con l'iter formativo del Corso di laurea magistrale.

2.11 Modalità di svolgimento della prova finale

Il titolo di studio è conferito previo superamento di una prova finale che comporta l'acquisizione di 10 CFU, diretta alla verifica del raggiungimento degli obiettivi formativi del corso di studio. La prova finale consiste nella redazione scritta di un elaborato, in cui si evidenzia in maniera chiara il suo carattere di originalità. La tesi consiste in un elaborato scritto, svolto sotto la guida e con l'assistenza di (almeno) un docente relatore scelto tra i professori e ricercatori appartenenti al Consiglio di Coordinamento Didattico, al Dipartimento o alla scuola cui il corso di studi afferisce, contenente i contributi e/o i risultati conseguiti dallo studente mediante un'attività di ricerca riguardante tematiche coerenti con gli obiettivi formativi del Corso di laurea magistrale e con lo specifico percorso eventualmente prescelto dallo studente. I CFU dedicati al lavoro di tesi, compresi nell'intervallo 10-18, unitamente ai 2 CFU in altre attività formative vanno a valorizzare la prova finale rendendola più che coerente con l'iter formativo del Corso di laurea magistrale. La prova finale prevede la discussione della tesi, in seduta pubblica, di fronte a una Commissione composta da professori e/o ricercatori del Consiglio di Coordinamento Didattico o del Dipartimento cui il corso di studi afferisce o eventualmente di altri Dipartimenti e/o Università. La tesi di laurea magistrale può essere redatta e discussa in lingua inglese. Calcolo del punteggio:

la Commissione esprime la valutazione finale in centodecimi con eventuale attribuzione della lode. La trasformazione in centodecimi dei voti conseguiti nelle attività formative che danno origine a votazione in trentesimi comporterà una media ponderata rispetto ai relativi CFU acquisiti. Il numero degli appelli di laurea e la loro distribuzione lungo l'anno accademico sono decisi annualmente dal Consiglio della Scuola di Economia e statistica, su approvazione del Dipartimento di Economia, metodi Quantitativi e Strategie di impresa, e tutte le informazioni relative sono pubblicate sul portale del corso <http://www.sse.dems.unimib.it/>.

2.12 Riconoscimento crediti e modalità di trasferimento

Il Consiglio di Coordinamento del corso di laurea magistrale in Scienze Statistiche ed Economiche provvede all'ammissione degli studenti provenienti dai Corsi di laurea magistrale, di questo o di altro ateneo, appartenenti alle classi LM-82. Per tutti gli altri, il Consiglio di Coordinamento applica le norme relative all'accesso al corso di laurea magistrale in Scienze Statistiche ed Economiche.

Il Consiglio di Coordinamento del corso di laurea magistrale in Scienze Statistiche ed Economiche determina poi il numero di CFU relativi alla carriera pregressa che possono essere riconosciuti e provvede a comunicarlo agli studenti. Sono esonerati dal test di accesso gli studenti ai quali vengano riconosciuti almeno 6 CFU, acquisiti nel corso di laurea magistrale di provenienza, ai fini del conseguimento della laurea magistrale in Scienze Statistiche ed Economiche. In tale caso il test di accesso è sostituito da un colloquio con una commissione di docenti del corso di laurea. Tale norma si estende anche a coloro che intendono iscriversi al corso di laurea magistrale in scienze statistiche ed economiche avendo già conseguito una prima laurea magistrale o una laurea a ciclo unico. In base al D.M. 270/2004 e alla L. 240/2010, le università possono riconoscere come crediti formativi universitari le conoscenze e abilità professionali certificate individualmente ai sensi della normativa vigente in materia, nonché altre conoscenze e abilità maturate in attività formative di livello postsecondario alla cui progettazione e realizzazione l'università abbia

concorso per un massimo di 12 CFU, complessivamente tra corsi di laurea e laurea magistrale.

2.13 Attività di ricerca a supporto delle attività formative che caratterizzano il profilo del corso di studio

Il progetto formativo che ha portato all'istituzione del corso di laurea magistrale in Scienze Statistiche ed Economiche si fonda sul contributo dell'attività di ricerca svolta dalle seguenti aree: Statistica, Statistica Economica, Economia. L'attività di ricerca nelle aree suddette si è mossa seguendo diverse direzioni, di cui si offre qui di seguito una breve sintesi.

2.13.1 Area Statistica

Statistica matematica, computazionale e Inferenza statistica: Inferenza bayesiana non parametrica, Teoria asintotica, Test multipli, Inferenza selettiva, Modelli statistici per dati composizionali, Modelli statistici per dati ecotossicologici, Modelli mistura, Statistica robusta, Regressione quantilica e M-quantilica, Big data, Bootstrap, Previsioni, Statistica spaziale e ambientale.

2.13.2 Area Statistica economica

Misurazione e previsione del ciclo economico, Modelli a componenti non osservate per serie storiche. Proprietà assiomatiche dei numeri indice. Mercati locali del lavoro e offerta di servizi per la formazione e l'impiego. Componenti comuni e componenti idiosincratice nelle serie storiche dei prezzi dell'energia elettrica nelle borse elettriche europee. Modelli composizionali applicati alla previsione dei pesi per i numeri indice dei prezzi. Analisi e utilizzo delle previsioni soggettive per la produzione e l'occupazione. Misura e sintesi della Customer Satisfaction dinamica, Indicatori di spostamento e forma di traiettorie temporali, valutazione longitudinale di servizi, estrazione di conoscenza dai Big Data, modelli non lineari di rischio di credito.

2.13.3 Area Economica

Economia dei mercati finanziari e informazione asimmetrica: banche, rischio di credito, mercati creditizi, economia illegale; analisi micro-fondata del diritto e della regolamentazione. Struttura dei mercati: distretti industriali, poli tecnologici, incentivi all'innovazione. Microeconometria: econometria dell'energia e finanza empirica; economia del lavoro, economia dello sviluppo. Macroeconomia: modelli teorici ed empirici di analisi del ciclo economico. Politiche monetarie e fiscali dell'unione monetaria europea.

2.14 Docenti del corso di studio

I docenti del corso, con rispettivo Settore Scientifico - Disciplinare e qualifica, sono:

Qualifica	Docente	SSD
Ricercatore	Albonico Alice	SECS-P/01
Professore associato	Binelli Chiara	SECS-P/05
Professore associato	Borgoni Riccardo	SECS-S/01
Ricercatore	Borrotti Matteo	SECS-S/01
Professore ordinario	Bruno Bosco	SECS-P/01
Professore associato	Cassese Gianluca	SECS-P/01
Professore ordinario	Cerasi Vittoria	SECS-P/11
Ricercatore	Camerlenghi Federico	SECS-S/01
Ricercatore	Candelieri Antonio	INF/01
Ricercatore	Garavaglia Christian	SECS-P/01
Professore associato	Nicola Lunardon	SECS-S/01
Professore associato	Liberati Caterina	SECS-S/03
Professore ordinario	Manera Matteo	SECS-P/05
Professore ordinario	Mariani Paolo	SECS-S/03
Professore associato	Michelangeli Alessandra	SECS-P/01
Professore ordinario	Migliorati Sonia	SECS-S/01
Ricercatore	Monti Gianna	SECS-S/01
Ricercatore	Mussini Mauro	SECS-S/03

2.14 Docenti del corso di studio

Professore ordinario	Ongaro Andrea	SECS-S/01
Professore ordinario	Pelagatti Matteo	SECS-S/03
Professore associato	Quatto Piero	SECS-S/01
Professore ordinario	Solari Aldo	SECS-S/01
Professore associato	Uderzo Amos	SECS-S/06
Professore ordinario	Zavanella Biancamaria	SECS-S/03

3 INFORMAZIONI GENERALI

Il corso fa capo al Consiglio di Coordinamento Didattico che comprende anche il corso di laurea in Scienze Statistiche ed Economiche.

- La sede del corso è: Università degli Studi di Milano-Bicocca - Via Bicocca degli Arcimboldi, 8 - 20126 Milano - Edificio U7 - IV piano.
- Il sito web è www.sse.dems.unimib.it
- Il Coordinatore del corso è la **Prof.ssa Vittoria Cerasi**,
Tel.: 02 64485821, vittoria.cerasi@unimib.it.
- Il referente delle strutture amministrative del corso di laurea è la **Sig.ra Annalisa Murolo**, Tel.: 02 64485876, annalisa.murolo@unimib.it.

Ai sensi dei DD.MM. 47/2013 e 1059/2013 i **docenti di riferimento** del corso sono i professori: Caterina Liberati, Nicola Lunardon, Anna Alessandra Michelangeli, Sonia Migliorati, Gianna Serafina Monti, Andrea Ongaro.

Per le procedure e le scadenze definite dall'ateneo, relative a immatricolazioni, iscrizioni, trasferimenti e presentazione dei Piani di studio, si invita a consultare il sito web www.unimib.it. Sono possibili variazioni non sostanziali al presente Regolamento didattico. In particolare, per gli insegnamenti indicati come a scelta, l'attivazione sarà subordinata al numero degli studenti iscritti.

3.1 Come raggiungere la sede del Corso di laurea

La sede del Corso di laurea è situata al secondo piano dell'edificio U7, in via Bicocca degli Arcimboldi 8, a Milano. Gli spazi dell'edificio U7 sono aperti dal lunedì al venerdì, dalle ore 8.00 alle ore 20.00. Il recapito telefonico della Portineria dell'edificio U7 è: 02 64487099.

3.2 L'Ufficio orientamento e stage

I servizi orientamento e stage sono offerti dagli uffici centrali dell'Ateneo, si veda a tal proposito la pagina web <http://www.unimib.it/go/45763/Home/Italiano/Studenti/Dopo-la-laurea/Job-Placement>.

Il docente di riferimento per le attività di orientamento è la Prof.ssa Caterina Liberati, tel. 02 64483229, caterina.liberati@unimib.it.

3.3 I servizi per gli studenti

3.3.1 I Rappresentanti degli studenti

Oltre ai docenti anche alcuni studenti iscritti al Corso di laurea, eletti periodicamente, partecipano alle sedute del Consiglio di coordinamento didattico. Gli studenti possono rivolgersi ai Rappresentanti degli studenti, contattandoli via e-mail all'indirizzo: rappresentanti.studenti@statistica.unimib.it

3.3.2 Studiare all'estero

Fondamentale è per l'Università degli Studi di Milano-Bicocca che i propri studenti possano arricchire il proprio Curriculum con un'esperienza altamente formativa come quella della mobilità internazionale. A questo fine l'Ateneo ha attivato diversi programmi di mobilità per l'assegnazione di borse e premi di studio ai propri studenti meritevoli che possono essere consultati alla pagina <https://www.unimib.it/internazionalizzazione/mobilita-internazionale>.

Il docente responsabile per gli scambi di mobilità è: Prof.ssa Lucia Dalla Pellegrina, ufficio 2102 tel. 02-64485860, lucia.dallapellegrina@unimib.it.

Il riferimento amministrativo per gli studenti outgoing è l'ufficio outgoing: outgoing.erasmus@unimib.it, mentre quello per gli studenti incoming è l'ufficio incoming: incoming.erasmus@unimib.it.

3.3.3 Laboratori informatici

L'Ateneo dispone di 40 laboratori informatici gestiti centralmente (<http://www.unimib.it/go/454/Home/Italiano/Studenti/Per-gli-iscritti/Didattica-online/Laboratori-informatici>). I laboratori sono dotati di postazioni workstation con Windows XP collegate in rete. Numerosi pacchetti software di interesse statistico sono già installati e utilizzabili,

quali ad esempio Mathematica, SPSS, SAS, R, Stata, ArcGis. Inoltre gli studenti hanno la possibilità di accedere a tutti i laboratori informatici di Ateneo, distribuiti in tutti gli edifici in cui si tengono le lezioni. Un'ulteriore possibilità di accesso ad alcuni software di carattere statistico è fornita dal laboratorio virtuale che permette di accedere via Internet a una selezione dei programmi più utilizzati per l'analisi statistica, collegandosi in modalità remota.

3.3.4 Sito del Dipartimento

Tutte le informazioni contenute in questa Guida, i Regolamenti didattici dei corsi, tutti i servizi del Dipartimento, le pagine personali dei docenti, sono disponibili nel sito web del Dipartimento, accessibile dall'indirizzo: <http://dems.unimib.it>.

3.4 Iscrizioni

3.4.1 Modalità di ammissione

Per gli studenti in possesso dei requisiti di accesso specificati nel paragrafo 1.3 "Norme relative all'accesso", è previsto un test di accesso inteso ad accertare l'idoneità della preparazione iniziale in Matematica e Statistica. Nel test possono essere previste anche domande di natura orientativa nell'ambito dell'Economia. Per l'ammissione all'anno accademico 2020-2021 sarà possibile sostenere il test in due date previste nei mesi di luglio e settembre 2020. Il test è lo strumento attraverso cui sono verificate le conoscenze necessarie per intraprendere il corso di studio. In caso lo studente non superi il test nella prima prova di luglio, potrà ripeterlo a settembre. Nel caso di esito negativo in entrambe le prove, lo studente non potrà immatricolarsi al corso di laurea magistrale non avendo una idonea preparazione personale. Per tutti gli studenti che hanno sostenuto con esito positivo il test di accesso e per tutti coloro che sono esonerati è previsto obbligatoriamente un incontro con docenti del corso di studio per la presentazione e la discussione dei percorsi formativi.

3.4.2 Immatricolazione

Per conoscere le modalità e le scadenze delle immatricolazioni gli studenti possono consultare il sito Internet di Ateneo: <http://www.unimib.it/>, sezione "Immatricolazione ai corsi di studio". Nella stessa sezione sono disponibili tutte le informazioni necessarie per presentare la domanda di ammissione al Corso; la consegna della

domanda di ammissione deve precedere necessariamente la procedura di immatricolazione. Altre informazioni sono disponibili nel sito del Dipartimento, all'indirizzo <http://www.sse.dems.unimib.it>, nella sezione "Offerta formativa - Corso di laurea magistrale in Scienze statistiche ed economiche".

3.4.3 Rinnovare l'iscrizione

Per conoscere le modalità e le scadenze di iscrizione agli anni successivi al primo, gli studenti possono consultare il sito Internet di Ateneo: <http://www.unimib.it/>, sezione "Per gli iscritti – Segreterie studenti – Rinnovare l'iscrizione".

4 PROGRAMMI DEGLI INSEGNAMENTI

Indicazioni generali

Alcuni insegnamenti sono articolati in moduli. Per superare l'esame previsto per ciascuno insegnamento organizzato in moduli, lo studente dovrà sostenere una o più prove, secondo le modalità che verranno precisate, all'inizio delle lezioni, dai docenti interessati.

I programmi presentati nelle pagine successive sono relativi agli insegnamenti:

- o del primo anno della laurea magistrale, come da Regolamento 2020-2021;
- o del secondo anno della laurea magistrale, come da Regolamento 2019-2020.

Si consiglia di visitare la piattaforma e-learning <http://elearning.unimib.it/> per il materiale didattico dei corsi nonché per altre informazioni riguardanti la didattica.

Si sottolinea che i programmi dei corsi, qui di seguito elencati, si riferiscono all'anno accademico 2020/2021.

In caso di difformità riscontrate tra la Guida e il Regolamento didattico del Corso di laurea, fare riferimento al Regolamento.

4.1 Analisi delle serie economiche temporali e longitudinali M

Analysis of economic time series and longitudinal data M

Crediti: 12

4.1.1 Modulo: Serie storiche economiche

Informazioni generali	
Docente	Mauro Mussini
e-mail	mauro.mussini@unimib.it
Anno di corso	1
Ciclo di erogazione	III
CFU Modulo	6
Settore	SECS-S/03
Scientifico-Disciplinare	
Syllabus	
Obiettivi dell'attività formativa	L'insegnamento intende fornire allo studente la conoscenza di metodi statistici avanzati per l'analisi delle serie storiche economiche. Si focalizza l'attenzione sulle caratteristiche delle serie storiche economiche, descrivendo i metodi per l'analisi delle serie non stazionarie. Si descrivono i processi autoregressivi vettoriali, illustrando i loro utilizzi a fini predittivi, di analisi casuale e dinamica. Si forniscono gli strumenti statistici per verificare l'esistenza di relazioni di cointegrazione tra le serie storiche che descrivono l'evoluzione di variabili economiche diverse ma legate tra loro. Al termine dell'insegnamento, si attende che lo studente dimostri di: conoscere i metodi statistici avanzati per l'analisi delle serie storiche; saper analizzare le serie storiche economiche, univariate e multivariate; interpretare correttamente i risultati ottenuti dall'analisi delle serie storiche.

Contenuti

- Le serie storiche economiche non stazionarie
- I processi trend-stazionari ed i processi a radice unitaria
- I test di radice unitaria
- La scomposizione di Beveridge e Nelson
- La regressione spuria
- I processi autoregressivi vettoriali (VAR)
- Le condizioni per la stazionarietà di un VAR
- La stima di un VAR
- L'uso di un VAR: le previsioni, l'analisi di causalità di Granger, la funzione di impulso-risposta
- La cointegrazione
- La rappresentazione a correzione d'errore (ECM)
- Il teorema di rappresentazione di Granger
- La tecnica di stima di Johansen
- I test di cointegrazione

Prerequisiti

Nessuna propedeuticità. Tuttavia si suppongono conosciuti gli argomenti di Introduzione alle Serie Storiche M.

Materiale didattico

- Testo di riferimento: Zavanella, B. (2005) Modelli per le serie storiche non stazionarie e multivariate.
- Materiale aggiuntivo fornito dal docente.
- Libri consigliati: Hamilton, J.D. (1995) Econometria delle serie storiche.

Modalità d'esame

- Esame Scritto/Orale: si
 - Esame in Laboratorio: no
 - Relazione individuale: no
-

4.1.2 Modulo: Microeconometria

Informazioni generali	
Docente	Matteo Manera
e-mail	matteo.manera@unimib.it
Anno di corso	1
Ciclo di erogazione	IV
CFU Modulo	6
Settore Scientifico-Disciplinare	SECS-P/05
Syllabus	
Obiettivi dell'attività formativa	Il corso si pone due obiettivi principali. Da un lato, fornisce allo studente strumenti avanzati per l'analisi di serie storiche univariate e multivariate, a fini sia previsivi, sia interpretativi dei fenomeni economici e delle loro dinamiche. Dall'altro introduce lo studente ad alcuni strumenti microeconomici avanzati, di natura teorica e applicata, riguardanti i modelli per dati panel, i modelli per variabili dipendenti qualitative, "censurate" o "troncate", i modelli per dati count e i modelli di durata. Al termine del corso, lo studente sarà in grado di applicare quanto appreso a casi reali, avendo sviluppato un'adeguata capacità critica per quanto riguarda la scelta degli strumenti e l'interpretazione dei risultati.

Contenuti

- Eteroschedasticità cross-sezionale e autocorrelazione
- Effetti fissi (stimatore, OLS con variabili dummy, trasformazione within)
- Effetti casuali, non correlati con i regressori (stimatore GLS, trasformazione between)
- Effetti casuali, correlati con i regressori (stimatore IV)
- Modelli panel two-way: effetti fissi e casuali
- Modelli panel dinamici: differenze prime e stimatori IV e GMM
- Modelli per variabili dipendenti qualitative: scelte binarie (Logit e Probit)
- Modelli per variabili dipendenti qualitative: scelte multiple (Multinomial e Conditional Logit, Nested Logit)
- Modelli per variabili limitate: censura e troncamento (Tobit)
- Modelli per dati count (Poisson e Binomiale negativa)

Prerequisiti

Nessuna propedeuticità. Tuttavia sono date per acquisite le nozioni di base di econometria, microeconomia e macroeconomia.

Materiale didattico

- Baltagi, *Econometric Analysis of Panel Data*, Wiley, 2nd edition, 2001 modelli di durata
- G.S. Maddala, *Limited Dependent and Qualitative Variables in Econometrics*, Cambridge University Press, 1983
- M. Verbeek, *A Guide to Modern Econometrics*, Wiley, 2000
- M. Manera, M. Galeotti, *Microeconometria. Metodi e Applicazioni*, Carocci, 2005

Modalità d'esame

- Esame Scritto/Orale: si
 - Esame in Laboratorio: facoltativo
 - Relazione individuale: facoltativo
-

4.2 Analisi di mercato M

Market analysis M

Crediti: 12

4.2.1 Modulo: Statistica aziendale

Informazioni generali	
Docenti	Paolo Mariani
e-mail	paolo.mariani@unimib.it
Anno di corso	2
Ciclo di erogazione	I
CFU Modulo	6
Settore	SECS-S/03
Scientifico-Disciplinare	
Syllabus	

Obiettivi formativa	dell'attività	<p>L'analisi delle attività d'azienda richiede strumenti di misura appropriati che rendano possibile evidenziare i punti critici e le opportunità di sviluppo. La valutazione quantitativa delle performance aziendali consente di affrontare in maniera più consapevole i diversi problemi di gestione interna e di interazione con il mercato, mentre lo studio del comportamento del consumatore rappresenta il punto di partenza per la definizione delle strategie di marketing delle imprese e per l'impostazione ottimale del marketing mix. Effettuare questo tipo di valutazioni implica il ricorso a diversi strumenti propri della statistica ed in particolare della statistica economica: dalla teoria dei campioni al trattamento preliminare dei dati grezzi, dai modelli di regressione ai modelli ad equazioni strutturali, dall'utilizzo consapevole delle fonti informative alle tecniche multivariate di segmentazione della domanda e posizionamento dell'offerta.</p> <p>Il corso ha l'obiettivo di guidare lo studente nella scelta e nell'utilizzo di questi strumenti, da un lato mettendo a frutto alcune delle tecniche statistiche apprese durante il suo corso di studi e dall'altro ampliando il ventaglio degli strumenti a disposizione con alcune tra le tecniche quantitative e qualitative maggiormente usate nelle analisi di mercato. Attraverso giochi di ruolo e testimonianze si mostrerà come i metodi statistici consentano di affrontare e risolvere alcuni dei più critici problemi aziendali.</p>
--------------------------------	----------------------	--

Contenuti

- Trattamento preliminare dei dati - Avanzato
- Strumenti per l'analisi multivariata avanzata
- Big Data
- Data Mining
- Text Mining

Prerequisiti

Nessuna, tuttavia è consigliata la conoscenza degli argomenti trattati nei corsi di analisi statistica multivariata, di teoria dei campioni e di statistica economica.

Materiale didattico

- M.J.A. Berry, G.S. Linoff (2001), Data Mining, Apogeo.
- P. Mariani (2002), La statistica in azienda. Contesti ed applicazioni, FrancoAngeli.
- Ulteriori indicazioni sono disponibili sulla pagina UNIMIB del docente

Modalità d'esame

- Esame Scritto/Orale: si
 - Esame in Laboratorio: no
 - Relazione individuale: no
-

4.2.2 Modulo: Analisi di mercato quantitative

Informazioni generali	
Docente	Caterina Liberati
e-mail:	caterina.liberati@unimib.it
Anno di corso	2
Ciclo di erogazione	III
CFU Modulo	6
Settore Scientifico-Disciplinare	SECS-S/03
Syllabus	
Obiettivi dell'attività formativa	L'analisi del comportamento del consumatore rappresenta il punto di partenza per la definizione delle strategie di marketing delle imprese e per l'impostazione ottimale del marketing mix. Monitorare il comportamento d'acquisto del consumatore e perseguire in modo efficace il soddisfacimento dei suoi bisogni tramite l'offerta più adeguata richiede il ricorso a diversi strumenti propri della statistica e della statistica economica: dal richiamo alla teoria dei campioni ai modelli di multivariata, dall'utilizzo consapevole delle fonti informative alle tecniche multivariate di segmentazione della domanda e posizionamento dell'offerta. Il corso ha l'obiettivo di guidare lo studente nella scelta e nell'utilizzo di questi strumenti attraverso lezioni frontali e analisi di casi di studio reali.

Contenuti

- Le nuove sfide della statistica a supporto delle decisioni: I big data
- Le Fonti off line, la somministrazione e il disegno dell'indagine
- Trattamento e sintesi dei dati di mercato,
- L'analisi della domanda
- Analisi e misura della Customer Satisfaction
- Analisi di Customer Satisfaction dinamica.
- Segmentazione di mercato.
- Progettazione di nuovi prodotti

Prerequisiti

Nessuna, tuttavia è consigliata la conoscenza degli argomenti trattati nei corsi di analisi statistica multivariata, di teoria dei campioni e di statistica economica.

Materiale didattico

- Molteni L. (1993) L'Analisi Multivariata nelle ricerche di Marketing. Egea
- Brasini S., Freo M., Tassinari F., Tassinari G. (2010) Marketing e Pubblicità. Il Mulino
- Marbach G. (2010) Ricerche per il Marketing. UTET
- Bolasco S. (1999) Analisi Multidimensionale dei dati. Carocci
- Ulteriori indicazioni sono disponibili sulla pagina UNIMIB del docente

Modalità d'esame

- Esame Scritto/Orale: si
 - Esame in Laboratorio: no
 - Relazione individuale: si
-

4.3 Data Science M

Data Science M

Crediti: 12

4.3.1 Modulo: Data Mining

Informazioni generali	
Docente	Aldo Solari
e-mail	aldo.solari@unimib.it
Anno di corso	2
Ciclo di erogazione	I
CFU Modulo	6
Settore Scientifico-Disciplinare	SECS-S/01

Syllabus	
Obiettivi dell'attività formativa	Il corso si pone come obiettivo l'acquisizione delle principali tecniche per l'esplorazione dei dati (data mining) e di apprendimento supervisionato (supervised learning) e la loro implementazione nell'ambiente di programmazione R. Durante il corso verrà data particolare enfasi al processo di modellazione dei dati per la previsione (predictive modelling). Alla fine del corso lo studente sarà in grado di affrontare l'analisi di dati complessi a fini previsivi attraverso il processo di esplorazione, manipolazione e modellazione dei dati.

Contenuti

Il corso integra considerazioni di carattere teorico con aspetti pratico-applicativi di analisi dei dati e di programmazione in R.

- Aspetti teorici: il compromesso tra distorsione e varianza, come evitare il sovra-adattamento ai dati, combinazione di modelli (ensemble methods: bagging, random forest e boosting), modelli di regressione penalizzati (ridge, lasso e best subset selection).
- Aspetti applicativi: esplorazione e manipolazione dei dati, il modello e il processo di modellizzazione.

Prerequisiti

Si consiglia la conoscenza degli argomenti trattati negli insegnamenti di “Probabilità e Statistica Computazionale M” e “Statistica Avanzata M”.

Materiale didattico

- Azzalini A., Scarpa B. (2004). *Analisi dei dati e data mining*, Springer-Verlag Italia
- Gareth J., Witten D., Hastie T., Tibshirani R. (2013). *Introduction to Statistical Learning with applications in R*, Springer
- Hastie, Tibshirani, Friedman (2009). *The Elements of Statistical Learning*. Springer
- Kuhn, Johnson (2013). *Applied Predictive Modelling*. Springer
- Kuhn, Johnson (2019). *Feature Engineering and Selection*. Chapman and Hall/CRC
- Lewis, Kane, Arnold (2019) *A Computational Approach to Statistical Learning*, Chapman And Hall/Crc
- Wickham, Golemund (2015) *R for Data Science*. O'Reilly Cookbooks

Modalità d'esame

- Esame Scritto/Orale: Sì
 - Esame in Laboratorio: Sì
 - Relazione individuale: Facoltativo
-

4.3.2 Modulo: Statistical Learning – (Modern Inference & An Introduction to Deep Learning)

Informazioni generali	
Docenti	Aldo Solari e Matteo Borrotti
e-mail	aldo.solari@unimib.it e matteo.borrotti@unimib.it
Anno di corso	2
Ciclo di erogazione	III
CFU Modulo	6
Settore Scientifico-Disciplinare	SECS-S/01
Syllabus	
Obiettivi dell'attività formativa	Artificial Intelligence, Big Data e Data Science sono ormai diventati termini ricorrenti nella comunicazione mediatica. In risposta all'esigenza sempre più crescente di analizzare dati complessi, è emersa la figura dello "scienziato dei dati", professione che richiede competenze trasversali (informatiche, matematico-statistiche, di comunicazione) e una forma mentis scientifica. Il corso si pone come obiettivo quello di fornire nuovi strumenti per affrontare l'analisi di dati complessi. Durante il corso verranno introdotte tecniche di Deep Learning (Modulo I) e metodologie inferenziali moderne (Modulo II).

Contenuti

- **Modulo I: Introduction to deep learning**
Il modulo I si pone l'obiettivo di introdurre i concetti fondamentali del deep learning permettendo la loro applicazione consapevole a problemi applicativi. Durante il modulo si approfondirà il concetto di Deep Learning partendo dalla definizione di Rete Neurale per poi passare alle più evolute Convolutional Neural Networks e Recurrent Neural Networks.
- **Modulo II: Modern inference**
Il modulo II si pone l'obiettivo di presentare nuovi sviluppi dell'inferenza statistica, che vanno dai test multipli all'inferenza post-selezione e alle procedure di selezione delle variabili per dati ad elevata dimensionalità.

Prerequisiti

Si consiglia la conoscenza degli argomenti trattati negli insegnamenti di “Probabilità e Statistica Computazionale M”, “Statistica Avanzata M” e del modulo “Data Mining” dell’insegnamento “Data Science M”.

Materiale didattico

- Modulo I: Introduction to deep learning
 - Efron, Hastie (2016) Computer-Age Statistical Inference: Algorithms, Evidence, and Data Science. Cambridge University Press
 - Goodfellow, Bengio, Courville (2017) Deep Learning, MIT
- Modulo II: Modern inference
 - Wainwright (2019) High-Dimensional Statistics: A Non-Asymptotic Viewpoint. Cambridge University Press

Modalità d'esame

- Esame Scritto/Orale: Sì
 - Esame in Laboratorio: Sì
 - Relazione individuale: Facoltativo
-

4.4 Economia applicata M

Applied economics M

Crediti: 6

Informazioni generali	
Docente	Matteo Manera
e-mail	matteo.manera@unimib.it
Anno di corso	2
Ciclo di erogazione	II
Settore	SECS-S/06
Scientifico-Disciplinare	
Syllabus	
Obiettivi dell'attività formativa	All'economista moderno viene richiesta, con sempre maggiore insistenza, l'abilità di coniugare elementi di teoria economica con tecniche econometriche, matematiche e statistiche, al fine di interpretare il comportamento di variabili macro e microeconomiche. Il corso prende in esame alcune relazioni economiche classiche, negli ambiti della microeconomia, della macroeconomia e dell'economia dell'energia e dell'ambiente, illustrandone le principali implicazioni in termini di teoria economica contemporanea. Ciascuna relazione viene poi discussa dal punto di vista dell'economista applicato, cioè di colui il quale è chiamato a stimare e verificare tale relazione in base all'evidenza empirica disponibile. Gli argomenti teorici discussi durante le ore di lezione vengono ripresi nelle esercitazioni di laboratorio, in cui gli studenti sono invitati ad applicare le nozioni studiate in aula a dataset reali e simulati utilizzando il software Stata.

Contenuti

- Costi, curve di apprendimento ed economie di scala: la teoria economica rilevante, funzione di apprendimento e funzione di costo Cobb-Douglas, problemi di misurazione, variabili omesse e distorsione degli stimatori
 - Le determinanti del salario e la discriminazione salariale: il modello del capitale umano, problemi di misurazione, la scelta della forma funzionale
 - La funzione di investimento aggregato: investimento e stock di capitale, il modello dell'acceleratore flessibile, il modello neoclassico, il modello Q di Tobin, costi d'aggiustamento, problemi econometrici
 - La relazione tra spese in pubblicità e fatturato: le determinanti economiche, simultaneità, identificazione, effetti dell'aggregazione temporale
 - Aspettative razionali e modelli macroeconomici: tasso di disoccupazione e curva di Phillips, stabilità dei parametri e cambiamento delle politiche economiche, sistemi di equazioni simultanee
 - Qualità dell'ambiente e livello di attività economica: rappresentazione e stima di curve di Kuznets ambientali in contesto time-series e panel
 - Modelli di domanda di energia: domanda di elettricità, domanda di combustibili fossili, domanda di gas naturale
-

Prerequisiti

Nessuna propedeuticità. La conoscenza degli argomenti trattati nell'insegnamento Analisi delle Serie Economiche Temporali e Longitudinali M è data per acquisita.

Materiale didattico

- E.R. Berndt, *The Practice of Econometrics: Classic and Contemporary*, Addison-Wesley, 1991
 - K. F. Wallis, *Topics in Applied Econometrics*, Blackwell, 1979
 - Articoli vari pubblicati su riviste scientifiche internazionali, distribuiti dal docente durante il corso
-

Modalità d'esame

- Esame Scritto/Orale: si
 - Esame in Laboratorio: no
 - Relazione individuale: no
-

4.5 Economia delle assicurazioni M

Insurance economics M

Crediti: 6

Informazioni generali	
Docente	docente da definire
e-mail	
Anno di corso	1
Ciclo di erogazione	IV
Settore	SECS-P/11
Scientifico-Disciplinare	
Syllabus	
Obiettivi dell'attività formativa	Il corso si pone come obiettivo quello di rendere gli studenti famigliari con la misurazione dei rischi nei principali contratti assicurativi (polizze vita e danni) e di fornire competenze introduttive sulle tecniche di calcolo del premio e della riserva in ottica di solvibilità.
Contenuti	
	<ul style="list-style-type: none"> ○ Domanda e offerta di assicurazione ○ Polizze per danni singoli e per rischi molteplici ○ La previdenza sociale ○ Basi tecniche, premi puri, premi naturali e riserva matematica ○ I contratti di Ramo III e le polizze rivalutabili ○ Analisi e scomposizione dell'utile tecnico di esercizio ○ Valore economico di una impresa di assicurazione ○ Riserva tecnica, capitale in ottica di solvibilità; principi IAS/IFRS
Prerequisiti	Probabilità applicata; Microeconomia (consigliato)

Materiale didattico

- Pitacco E., Lezioni di tecnica Attuariale delle Assicurazioni Libere sulla Vita, Lint Editoriale.
- Zweifel, P. Eisen, R. 2012. Insurance economics, Springer. Cap. 1,2,3,4 e 6.

Modalità d'esame

- Esame Scritto/Orale: Si
 - Esame in Laboratorio: No
 - Relazione individuale: No
-

4.6 Economia finanziaria M

Financial Economics M

Crediti: 9

Informazioni generali	
Docenti	Vittoria Cerasi (3 CFU) e Alessandra Michelangeli (6 CFU)
e-mail	vittoria.cerasi@unimib.it, alessandra.michelangeli@unimib.it
Anno di corso	2
Ciclo di erogazione	I e II
Settore Scientifico-Disciplinare	SECS-P/01
Syllabus	
Obiettivi formativa	dell'attività L'insegnamento di Economia finanziaria si concentra sull'origine dei rischi nei mercati finanziari e il ruolo che l'informazione asimmetrica gioca nello spiegare i fallimenti in tali mercati. I principali argomenti trattati, sia dal punto di vista teorico che empirico, sono: principi di corporate governance; formazione e struttura dei contratti di credito in ipotesi di asimmetria informativa; razionamento del credito; ruolo e funzioni degli intermediari finanziari nel sistema economico; stabilità e concorrenza del settore bancario; shocks macroeconomici e banche; requisiti di capitale nelle banche; risoluzione di crisi bancarie. Alla fine del corso, lo studente sarà in grado di capire il contesto entro cui si muovono i soggetti che partecipano al mercato del credito diretto e del credito bancario. Inoltre sarà in grado di misurare il rischio connesso ai principali contratti finanziari e la funzione della regolamentazione prudenziale.

Contenuti

- Principi di Corporate governance
- Asimmetrie informative e struttura dei contratti di credito
- Razionamento del credito
- Gerarchia delle fonti di finanziamento
- Underpricing negli IPO
- La banca come intermediario finanziario
- Stabilità e concorrenza del settore bancario
- Costi del finanziamento bancario
- Credito bancario e credito diretto
- Shocks macroeconomici e banche
- Requisiti di capitale nelle banche
- Risoluzione di crisi bancarie (dal bail-out al bail-in)

Alcuni degli argomenti trattati rendono il corso di Economia finanziaria complementare al corso di Macroeconomia M e al corso di Gestione del rischio.

Prerequisiti

Microeconomia

Materiale didattico

- Appunti dei docenti
- Altro materiale verrà indicato a lezione

Modalità d'esame

- Esame Scritto/Orale: si
 - Esame in Laboratorio: no
 - Relazione individuale: da definire
-

4.7 Economics for data Science

Economics for data Science

Crediti: 6

Informazioni generali	
Instructor	Chiara Binelli
e-mail	chiara.binelli@unimib.it
Anno di corso	2
Ciclo di erogazione	IV (<i>erogato in inglese</i>)
Settore Scientifico-Disciplinare	SECS-P/05
Syllabus	
Course description	This course introduces the emerging field that merges Economics and Data Science to answer policy relevant research questions. The main goal of the course is to discuss the most important machine learning and applied econometrics techniques to estimate a causal effect, and the advantages of using big data to answer relevant research questions in several applications.
Contents	<ul style="list-style-type: none">◦ Model's Validity and Causal Inference.◦ Machine Learning and Causal Inference.◦ Causal Mechanisms: Mediation Analysis, Structural Models, Experiments and Machine Learning.◦ Empirical Applications Using Machine Learning.
Prerequisites	Principles of applied econometric and statistical methods for data analysis.
Texts	<ul style="list-style-type: none">◦ Journal articles, book chapters and lecture notes.

Exam

- Written/Oral exam: yes
 - Laboratory exam: no
 - Individual presentation: yes
-

4.8 Finanza Matematica M

Mathematical Finance M

Crediti: 6

Informazioni generali	
Docente	Gianluca Cassese
e-mail	gianluca.cassese@unimib.it
Anno di corso	2
Ciclo di erogazione	I e II
CFU Modulo	6
Settore Scientifico-Disciplinare	SECS-S/06
Syllabus	
Obiettivi formativa	dell'attività Il modulo di "Finanza matematica" ha l'obiettivo di presentare agli studenti i risultati principali dei modelli in tempo continuo utilizzati in Finanza Matematica. Nella prima parte del corso vengono presentati gli strumenti matematici necessari alla definizione dell'integrale stocastico. Nella seconda parte si studiano le principali applicazioni finanziarie in tema di <i>asset pricing</i> , a partire dal modello di Black e Scholes, ed arrivando ai modelli a volatilità stocastica ed ai problemi di selezione di portafoglio. Le lezioni si alternano alle esercitazioni.

Contenuti

- Richiami di Teoria delle Probabilità
- Martingale e Moto Browniano
- Processi a variazione finita ed integrabile
- Integrale di Ito
- SDE
- Formula di Black-Scholes
- Il teorema fondamentale dell'*asset pricing*
- Rappresentazione Integrale delle Martingale e Teorema di Girsanov
- Formula di Feynmann-Kac e la Black-Scholes
- Prezzamento di varie classi di Derivati

Prerequisiti

Consigliata Teoria delle Probabilità.

Materiale didattico

- Libro di Testo e appunti docente.

Modalità d'esame

- Esame Scritto/Orale: si
 - Esame in Laboratorio: no
 - Relazione individuale: no
-

4.9 Gestione del rischio M

Risk Management M

Crediti: 12

4.9.1 Modulo: Computational Finance and Financial Econometrics

Informazioni generali	
Docente	Matteo Pelagatti
e-mail	matteo.pelagatti@unimib.it
Anno di corso	2
Ciclo di erogazione	II (<i>erogato in inglese</i>)
CFU Modulo	6
Settore	SECS-S/03
Scientifico-Disciplinare	
Syllabus	
Course description	Providing the students with the largest possible knowledges about the statistical properties of financial data with a strong emphasis on numerical applications using the software package R. In particular, the students will learn how to solve typical real-world financial problems such as portfolio management and derivative pricing using statistical and computational methods.

Contents

- Definition of the main financial assets and contracts
- Stylized facts of financial prices and returns
- Univariate GARCH models
- Multivariate GARCH models
- Monte Carlo and bootstrap
- Simulation of univariate (geometric) Brownian motions
- Simulation of multivariate (geometric) Brownian motions
- Using fundamental theorem of asset pricing for approximating the value of derivative contracts
- Possible extensions (GARCH asset pricing, jump diffusion, yield curve)

Prerequisites

A working knowledge of R, descriptive, inferential and multivariate statistics and time series analysis.

Texts

- Lecturer's notes available in the e-learning platform.
 - Wickham (2015) Advanced R. CRC Press. First 7 chapters. Available also on-line: <http://adv-r.had.co.nz/>
 - Iacus (2008) Simulation and Inference for Stochastic Differential Equations: With R Examples. Springer. Only the first chapter. The volume can be downloaded under unimib network (or unimib vpn) at <https://link.springer.com/>
-

Exam

- Written/Oral exam: yes
 - Laboratory exam: yes
 - Individual presentation: no
-

4.9.2 Modulo: Risk management

Informazioni generali	
Docente	Gianluca Cassese
e-mail	gianluca.cassese@unimib.it
Anno di corso	2
Ciclo di erogazione	I e II (<i>erogato in italiano ma con possibilità di fare l'esame in inglese</i>)
CFU Modulo	6
Settore Scientifico-Disciplinare	SECS-P/05
Syllabus	
Obiettivi dell'attività formativa	Fornire agli studenti un panorama quanto più possibile completo dei modelli di gestione del rischio e delle proprietà statistiche dei mercati finanziari ponendo un forte accento sulle applicazioni numeriche basate sull'uso del programma R per le applicazioni statistiche.

Contenuti

- Rischio e rendimento
 - Il modello media varianza
 - La frontiera efficiente ed il *CAPM*
 - La frontiera efficiente in presenza di vincoli di portafoglio
 - Definizioni di misure di rischio
 - Le misure coerenti
 - Le principali misure di rischio: *Value-at-Risk* e *Expected Shortfall*
 - Implementazione numerica delle misure
 - *Backtests*
 - *Stress tests*
-

Prerequisiti	Nozioni fondamentali di statistica I e di Algebra Lineare.
---------------------	--

Materiale didattico	<ul style="list-style-type: none">○ Libro di testo e Dispensa predisposta dal docente
----------------------------	---

Modalità d'esame	<ul style="list-style-type: none">○ Esame Scritto/Orale: si○ Esame in Laboratorio: si○ Relazione individuale: no
-------------------------	--

4.10 Introduzione all'inferenza statistica M

Introduction to statistical inference M

Crediti: 6

Informazioni generali	
Docenti	Andrea Ongaro
e-mail	andrea.ongaro@unimib.it
Anno di corso	1
Ciclo di erogazione	I
Settore	SECS-S/01
Scientifico-Disciplinare	
Syllabus	
Obiettivi dell'attività formativa	L'attività formativa ha l'obiettivo di richiamare i concetti base dell'inferenza statistica e alcuni strumenti di statistica multivariata indispensabili per seguire con profitto i successivi insegnamenti dell'area statistica. Si rivolge a laureati la cui formazione triennale necessita di un livellamento rispetto a quella dei laureati triennali in Scienze Statistiche.

Contenuti

- Richiami di calcolo delle probabilità: distribuzioni multivariate, legge dei grandi numeri e teorema centrale del limite
 - Il concetto di campione e l'inferenza statistica
 - La stima puntuale: criteri di valutazione, proprietà degli stimatori, metodi di stima
 - La stima intervallare: metodi di costruzione, esempi notevoli
 - Verifica delle ipotesi: test statistico, errore di prima e seconda specie, test di significatività, esempi notevoli
 - Elementi di analisi multivariata: componenti principali e analisi dei cluster
-

Prerequisiti

Non sono previste propedeuticità per il corso

Materiale didattico

- Cicchitelli, G. Probabilità e Statistica 2 edizione, Maggioli, 2004
- Ross, S. Calcolo delle Probabilità. Apogeo, 3 edizione, 2013
- Zani, S., Cerioli, A. Analisi dei dati e data mining per le decisioni aziendali. Giuffrè Editore

Modalità d'esame

- Esame Scritto/Orale: si
 - Esame in Laboratorio: no
 - Relazione individuale: no
-

4.11 Introduzione alle serie storiche M

Introduction to time series analysis M

Crediti: 6

Informazioni generali	
Docente	Biancamaria Zavanella
e-mail	biancamaria.zavanella@unimib.it
Anno di corso	1
Ciclo di erogazione	II
Settore	SECS-S/03
Scientifico-Disciplinare	
Syllabus	
Obiettivi dell'attività formativa	Lo studente imparerà ad analizzare e prevedere serie storiche di natura economica
Contenuti	<ul style="list-style-type: none">○ Processi stocastici stazionari e funzione di autocovarianza○ Teorema di Wold e genesi di processi AR e MA○ I processi ARMA○ Funzioni di autocorrelazione e identificazione dei modelli ARMA per una serie storica○ Stima dei parametri e test diagnostici○ Teoria della previsione per modelli stazionari○ Processi integrati e modelli ARIMA
Prerequisiti	Non ci sono propedeuticità
Materiale didattico	<ul style="list-style-type: none">○ Dispense del docente○ Materiale disponibile on-line

Modalità d'esame

- Esame Scritto/Orale: si
 - Esame in Laboratorio: no
 - Relazione individuale: si
-

4.12 Machine learning

Machine learning Crediti: 6

		Informazioni generali
Docente		Antonio Candelieri
e-mail		ntonio.candelieri@unimib.it
Anno di corso		1
Ciclo di erogazione		IV
Settore		INF/01
Scientifico-Disciplinare		
Obiettivi formativa	dell'attività	Lo studente apprenderà le tecniche di Machine Learning più efficaci, comprendendo i fondamenti teorici di ogni tecnica e acquisendo il know-how per poterle applicare con successo alla risoluzione di problemi pratici. Sarà inoltre fornita una panoramica sulle più innovative soluzioni per l'identificazione del miglior algoritmo di Machine Learning e della sua configurazione ottimale (Automated Machine Learning – AutoML), dato un dataset. Lo strumento di riferimento per il corso sarà R, ma verranno anche presentate alcune soluzioni equivalenti in Python (ad esempio scikit-learn) e Java (ad esempio WEKA, KNIME).

Contenuti

- Introduzione: a) Machine Learning scenarios & tasks, notazioni utili; b) Tipi di dati e problemi: tabular, streams, text, time-series, sequences, spatial, graph, web, social
- Unsupervised Learning: a) Concetti di similarità e distanza; b) Clustering; c) Outlier detection
- Supervised Learning: a) Generalità: classificazione e regressione, metriche, tecniche di validazione (hold-out, k fold-cross, leave-one-out); b) Approcci model-free/instance-based, un semplice algoritmo: k-nearest neighbors (KNN); c) Approcci model-based: Support Vector Machine (lineari)
- Supervised Learning per dati non-lineari: a) Non-linearità, VC dimensions, kernel-trick; b) Decision Tree e Random Forest; c) Kernel-based learning: kernel-SVM e Gaussian Processes per classificazione e regressione; d) Dimensionality reduction: Principal Component Analysis (PCA) e kernel-based PCA (kPCA);
- L'approccio connessionista: a) Artificial Neural Networks: paradigma di apprendimento; b) Deep Learning: "a fraction of the connectionist tribe";
- Una panoramica su Automated Machine Learning (AutoML)
- Esercizi ed esempi pratici

Prerequisiti

Si consiglia la conoscenza di elementi di base di informatica, matematica applicata, probabilità e statistica

Materiale didattico

- Testo di riferimento: Mehryar Mohri, Afshin Rostamizadeh and Ameet Talwalkar (2018). Foundations of Machine Learning.
- Slides a materiale didattico fornito dal docente.
- Altri testi suggeriti:
 - Charu C. Aggarwal (2015). Data Mining – the Textbook
 - Carl Edward Rasmussen and Christopher K. I., Williams (2006). Gaussian Processes for Machine Learning.
 - Robert B. Gramacy (2020). Surrogates – Gaussian Processes Modeling, Design, and Optimization for the Applied Statistics.

Modalità d'esame

- Esame Scritto/Orale: si
 - Esame in Laboratorio: no
 - Relazione individuale: si (svolta a gruppi)
-

4.13 Macroeconomia M

Advanced macroeconomics M

Crediti: 9

Informazioni generali	
Docenti	Alice Albonico
e-mail	alice.albonico@unimib.it
Anno di corso	2
Ciclo di erogazione	III e IV
Settore	SECS-P/01
Scientifico-Disciplinare	
Syllabus	
Obiettivi dell'attività formativa	Il corso propone di mettere lo studente nella condizione di comprendere la connessione e reciproca interdipendenza tra variabili macroeconomiche e finanziarie.
Contenuti	Esiste un insieme di domande cui lo studente dovrebbe saper rispondere alla fine del corso. Cosa determina la crescita di lungo periodo, cosa determina la convergenza o meno nei livelli di reddito procapite tra paesi diversi, quali sono le determinanti del ciclo economico, quale ruolo hanno le politiche macro su crescita e ciclo, come si collegano questi temi alla determinazione dei prezzi e dei rendimenti degli asset. Le competenze acquisite verranno utilizzate per la stima di modelli macroeconomici.
Prerequisiti	Viene dato per acquisito un background di elevato livello nell'analisi delle serie storiche. Lo studente deve disporre anche di conoscenze relative alla soluzione di modelli dinamici e ai metodi di ottimizzazione statica e dinamica. È utile ma non necessario, conoscere matlab. Per affrontare con profitto l'insegnamento è molto utile la conoscenza degli argomenti trattati in un corso standard di macroeconomia a livello di laurea triennale.

Materiale didattico

La natura avanzata degli insegnamenti impartiti fa sì che non siano disponibili testi di riferimento. Dalla pagina web del corso sarà possibile scaricare gli appunti delle lezioni e i paper di riferimento.

Modalità d'esame

- Esame Scritto/Orale: si
 - Esame in Laboratorio: no
 - Relazione individuale: si
-

4.14 Matematica per l'Economia M

Mathematics for economics M

Crediti: 6

Informazioni generali	
Docente	Amos Uderzo
e-mail	amos.uderzo@unimib.it
Anno di corso	1
Ciclo di erogazione	IV
Settore Scientifico-Disciplinare	SECS-S/06
Syllabus	
Obiettivi dell'attività formativa	L'obiettivo del corso è quello di fornire alcuni degli strumenti matematici necessari all'analisi ed all'utilizzo dei modelli quantitativi maggiormente impiegati nello studio di fenomeni economici. In particolare, il corso è focalizzato su alcuni fondamentali risultati teorici relativi ai sistemi di equazioni differenziali ordinarie, al controllo ottimo ed alla teoria della misura.

Contenuti

- Risoluzione esplicita di alcune classi di equazioni differenziali
- Esistenza ed unicità di soluzioni di problemi di Cauchy
- Analisi della stabilità di soluzioni d'equilibrio
- Problemi di controllo ottimo
- Il principio del massimo di Pontryagin
- Altre condizioni di ottimalità
- Insiemi e funzioni misurabili e loro proprietà
- Integrale di Lebesgue e sue proprietà
- Misure assolutamente continue

Prerequisiti

Non sono previste propedeuticità per il corso

Materiale didattico

- A. Guerraggio - S. Salsa, Metodi matematici per l'economia e le scienze sociali, G. Giappichelli Editore, Torino, 1997
- K. Sydsaeter - P. Hammond - A. Seierstad - A. Strom, Further Mathematics for Economic Analysis, Prentice Hall, Harlow, 2008

Modalità d'esame

- Esame Scritto/Orale: si
 - Esame in Laboratorio: no
 - Relazione individuale: no
-

4.15 Metodi per le indagini campionarie M

Sampling methods M

Crediti: 6

Informazioni generali	
Docente	Federico Camerlenghi
e-mail	federico.camerlenghi@unimib.it
Anno di corso	1
Ciclo di erogazione	III
Settore	SECS-S/01
Scientifico-Disciplinare	
Syllabus	
Obiettivi dell'attività formativa	Lo scopo di questo corso è quello di introdurre gli strumenti fondamentali della teoria dei campioni necessari per l'inferenza da popolazioni finite. Nella prima parte del corso verranno analizzati i più importanti piani di campionamento probabilistici e verranno definite diverse tipologie di stimatori per i caratteri di interesse della popolazione. Nella seconda parte del corso, verranno discusse alcune applicazioni, in particolare verranno affrontate le tecniche più moderne per la privatizzazione dei dati.

Contenuti

La prima parte del corso intende fornire agli studenti una solida base teorica dei metodi di campionamento da popolazioni finite. In particolare verranno presentati diversi piani di campionamento: casuale semplice, stratificato, sistematico, a grappoli, multi-stadiale, piani di campionamento non probabilistici. Contestualmente saranno introdotte diverse tipologie di stimatori per totali, medie e proporzioni, tra cui gli stimatori quoziente e per regressione. Nella seconda parte del corso verrà analizzato il metodo delle risposte casualizzate, i modelli di cattura-ricattura ed il problema della privatizzazione dei dati. Nell'ambito della privatizzazione dei dati, saranno discussi i concetti di *differential privacy* e di indice di *disclosure* (divulgazione), fondamentali per capire come bilanciare la necessità di pubblicare i dati raccolti attraverso un questionario, da una parte, e quella di salvaguardare la privacy degli individui nel dataset, dall'altra. Infine verrà affrontato il problema degli errori non campionari, tra cui quello delle mancate risposte. Il corso sarà affiancato da esercitazioni pratiche.

Prerequisiti

Si consiglia la conoscenza degli argomenti trattati nei corsi di Analisi Matematica e Statistica a livello di laurea triennale.

Materiale didattico

- G. Cicchitelli, A. Herzel, G.E. Montanari. Il campionamento statistico. Il Mulino, 1997.
- S. Thompson. Sampling. Wiley, 2012.
- J. Bethlehem. Applied Survey Methods: a statistical perspective. Wiley, 2009.
- C. Dwork, A. Roth. The Algorithmic foundations of Differential Privacy. 2014.
- Articoli indicati dal docente durante il corso

Modalità d'esame

- Esame Scritto/Orale: sì
 - Esame in Laboratorio: no
 - Relazione individuale: no
-

4.16 Microeconomia M

Microeconomics M

Crediti: 6

Informazioni generali	
Docente	Bruno Bosco
e-mail	bruno.bosco@unimib.it
Anno di corso	1
Ciclo di erogazione	I
Settore	SECS-P/01
Scientifico-Disciplinare	
Syllabus	
Obiettivi dell'attività formativa	<p>Il corso presuppone come acquisite le nozioni fondamentali di microeconomia e non tratta gli esiti delle forme non concorrenziali di mercato nè la nozione di equilibrio e le sue ipotetiche implicazioni. Il corso si propone di impartire utili conoscenze in tema di:</p> <ol style="list-style-type: none">1. teoria della dualità applicata alle scelte di consumo e di produzione;2. misure delle variazioni di benessere indotte da variazioni di prezzo;3. scelte individuali in condizioni di incertezza;4. relazioni economiche del tipo principale – agente. <p>Le parti 1) e 2) sono pensate anche in funzione dei successivi corsi di microeconometria.</p>

Contenuti

- Utilità diretta e indiretta, consumo e proprietà di differenti funzioni di domanda o di sistemi di funzioni di domanda. Funzione di spesa ed equazione di Slutsky. Problemi di aggregazione e path dependency. Variazione equivalente, variazione compensativa e money metrics. Scelte in condizione di incertezza e utilità attesa. Assiomi. Avversione al rischio e forme della funzione di utilità. Cenni alla scelta tra cespiti differentemente rischiosi (con applicazioni).
- Funzioni di produzione, costo e profitto. Misure diverse dell'elasticità di sostituzione tra fattori. Il lemma di Hotelling, il lemma di Shephard e la domanda ottima di fattori. Imprese a produzione multipla e condizioni di efficienza produttiva. La funzione di distanza nello spazio degli input e degli output.
- Forme differenti di asimmetrie informative e loro effetti sulle relazioni tra agenti economici. Applicazioni a casi di assicurazione e istruzione. Cenni al fallimento dei meccanismi di mercato nei casi considerati.

Prerequisiti

Fatto salvo quanto sottolineato in precedenza, non esistono formalmente propedeuticità. A titolo orientativo, si indica il testo H. Varian, *Intermediate Microeconomics. A modern approach*, Northon, ottava edizione, 2010, quale testo di riferimento per le nozioni di base della materia.

All'inizio del corso verrà effettuata una prova di ingresso.

Materiale didattico

- Mas-Colell A., Whinston M.D., Green J.R., Microeconomic Theory, Oxford University Press. (Capitoli da definire) o testo equivalente
- Dispense e materiale postato nella pagina e-learning del corso

Modalità d'esame

- Esame Scritto/Orale: si
 - Esame in Laboratorio: no
 - Relazione individuale: no
-

4.17 Modelli economici M

Economic Models M

Crediti: 12

4.17.1 Modulo: Advanced Microeconomics

Informazioni generali	
Instructor	Alessandra Michelangeli
e-mail	alessandra.michelangeli@unimib.it
Anno di corso	2
Ciclo di erogazione	I (<i>erogato in inglese</i>)
CFU Modulo	6
Settore Scientifico-Disciplinare	SECS-P/01
Syllabus	
Course description	The course objective is twofold. First, it aims to introduce students to the advanced tools of microeconomics, with a specific attention to game theory. Furthermore, it aims to show how to apply these tools to the analysis of market structures, under several strategic and/or informative environments.
<hr/> Contents	
	<ul style="list-style-type: none">○ Static games○ Static models of oligopoly○ Dynamic games○ Dynamic models of oligopoly○ Repeated games○ Collusion○ Horizontal and vertical product differentiation
<hr/> Prerequisites	Microeconomics M <hr/>

Texts

- Church J. and R. Ware (2000), Industrial Organization. A strategic Approach, first edition, McGraw-Hill. (disponibile gratuitamente, https://works.bepress.com/jeffrey_church/23/)
- Mas-Colell A., M.D. Whinston and J. Green (1995), Microeconomic theory, Oxford University Press.

Exam

- Written/Oral exam: yes
 - Laboratory exam: no
 - Individual presentation: no
-

4.17.2 Modulo: Economia e dinamica industriale

Informazioni generali	
Docente	Christian Garavaglia
e-mail	christian.garavaglia@unimib.it
Anno di corso	2
Ciclo di erogazione	II (<i>erogato in italiano ma con possibilità di fare l'esame in inglese</i>)
Settore Scientifico-Disciplinare	SECS-P/01
Syllabus	
Obiettivi dell'attività formativa	Il corso ha lo scopo, da un lato, di fornire agli studenti gli strumenti interpretativi necessari per lo studio dei modelli comportamentali delle imprese in contesti di interazione strategica e delle relative forme di mercato e, dall'altro lato, di sviluppare la conoscenza delle tecniche statistiche ed econometriche necessarie per condurre analisi empiriche ed applicazioni di economia e dinamica industriale

Contenuti

- Concentrazione di mercato, entrata di nuove imprese e competizione
- Innovazione e Ricerca e Sviluppo
- Regimi tecnologici e innovazione
- Geografia dell'innovazione
- La dinamica industriale e il ciclo di vita dell'industria
- Evoluzione industriale ed entrata di nuove imprese nella fase di maturità del settore
- Il modello Resource-Partitioning
- Modelli di simulazione History-friendly
- Applicazioni all'evoluzione dell'industria bancaria, dell'industria della birra, dell'industria delle TV, dell'industria chimica

Prerequisiti

Non sono previste propedeuticità per il corso

Materiale didattico

- Appunti delle lezioni, papers e libri di testo indicati sul sito del corso

Modalità d'esame

- Esame Scritto/Orale: si
 - Esame in Laboratorio: si
 - Relazione individuale: no
-

4.18 Modelli Statistici M

Statistical Models M

Crediti: 12

4.18.1 Modulo: Statistica Bayesiana

Informazioni generali	
Docente	Sonia Migliorati
e-mail	sonia.migliorati@unimib.it
Anno di corso	2
Ciclo di erogazione	II
CFU Modulo	6
Settore Scientifico-Disciplinare	SECS-S/01
Syllabus	
Obiettivi formativa	dell'attività Il corso si propone di fornire le nozioni di base dell'impostazione bayesiana all'inferenza statistica e di illustrare, in tale ottica, alcuni modelli di ampio utilizzo.
Contenuti	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Introduzione al modello bayesiano. ◦ Scelta della distribuzione a priori. ◦ Aspetti computazionali: metodi MCMC. ◦ I fondamenti dell'approccio decisionale. ◦ Inferenza bayesiana.
Prerequisiti	È vivamente consigliata la conoscenza delle nozioni impartite nell'insegnamento di "Teoria dell'Inferenza statistica" e di nozioni di programmazione in R

Materiale didattico

- Berger J.O., Statistical Decision Theory and Bayesian Analysis, Springer-Verlag, 1985.
- Lee P.M., Bayesian Statistics: an Introduction, Arnold, 2004.
- Piccinato L., Metodi per le Decisioni Statistiche, Springer-Verlag Italia, 1996.
- Robert C.P., The Bayesian Choice, 2nd edition, Springer, 2001.

Modalità d'esame

- Esame Scritto/Orale: sì
 - Esame in Laboratorio: sì
 - Relazione individuale: no
-

4.18.2 Modulo: Statistica spaziale

Informazioni generali	
Docente	Riccardo Borgoni
e-mail	riccardo.borgoni@unimib.it
Anno di corso	2
Ciclo di erogazione	I
CFU Modulo	6
Settore	SECS-S/01
Scientifico-Disciplinare	
Syllabus	
Obiettivi dell'attività formativa	Il corso intende fornire un'introduzione ai metodi statistici per l'analisi di processi il cui valore varia nello spazio.

Contenuti

- Processi di punto spaziali. I processi di Poisson omogenei e non omogenei. Test per l'ipotesi CSR. Introduzione ai test Monte Carlo. Stima dell'intensità di un processo di Poisson.
- Geostatistica. Richiami sui processi stocastici gaussiani. Stazionarietà. Correlogramma e variogramma. Caratteristiche del variogramma: soglia, range e nugget. Isotropia. Alcuni modelli parametrici isotropici.
- Analisi esplorativa per la componente di larga e piccola scala. Analisi della componente di piccola scala: stima del variogramma; metodo dei momenti, stima robusta e kernel, stime di massima verosimiglianza e dei minimi quadrati (ols, wls, gls).
- Analisi della componente di larga scala: metodi parametrici, cenni sulla regressione non parametrica. La previsione spaziale. Il metodo kriging: semplice, ordinario e universale, lognormale e a blocchi"
- Dati di area. Misure di autocorrelazione spaziale: indice di Moran e Geary. Test parametrici e di permutazione per la correlazione spaziale. Lisciamento di mappe di tassi, stimatori bayesiani empirici e test di correlazione di Assunção e Reis.

PrerequisitiNon sono previste propedeuticità per questo corso.

Materiale didattico

- O. Schabenberger, C.A. Gotway, 2005, Statistical methods for spatial data analysis Chapman & Hall/CRC.
- Materiale integrativo sarà fornito durante le lezioni e messo a disposizione tramite la pagina web del corso.

Modalità d'esame

- Esame Scritto/Orale: si
 - Esame in Laboratorio: si
 - Relazione individuale: no
-

4.19 Probabilità e statistica computazionale

Probability and computational statistics

Crediti: 12

4.19.1 Modulo: Probabilità applicata

Informazioni generali	
Docente	Piero Quatto
e-mail	piero.quatto@unimib.it
Anno di corso	1
Ciclo di erogazione	I
CFU Modulo	6
Settore Scientifico-Disciplinare	SECS-S/01
Syllabus	
Obiettivi formativa dell'attività	Il corso si propone di introdurre e illustrare i concetti e gli strumenti del Calcolo delle probabilità e della Matematica applicata necessari per affrontare problemi di inferenza statistica ed economia.

Contenuti

- Eventi e misure di probabilità.
- Vettori casuali discreti e continui.
- Particolari distribuzioni multidimensionali.
- Momenti e funzioni generatrici.
- Convergenze di variabili casuali.
- Legge dei grandi numeri e teorema centrale del limite.
- Funzioni di vettori casuali. Funzioni convesse.
- Ottimizzazione con vincoli di uguaglianza e di disuguaglianza. Condizioni di Kuhn-Tucker.

Prerequisiti

Per questa attività formativa è consigliata la conoscenza degli argomenti trattati nei corsi di Calcolo delle probabilità e Analisi matematica a livello di Laurea triennale.

Materiale didattico

- A. Gut, An Intermediate Course in Probability, Springer, 2009.
 - K. Lange, Optimization, Springer, 2013.
 - E.L. Lehmann, Elements of Large-Sample Theory, Springer, 1999.
-

Modalità d'esame

- Esame Scritto/Orale: si
 - Esame in Laboratorio: no
 - Relazione individuale: no
-

4.19.2 Modulo: Statistica computazionale

Informazioni generali	
Docente	Gianna Monti
e-mail	gianna.monti@unimib.it
Anno di corso	1
Ciclo di erogazione	II
CFU Modulo	6
Settore Scientifico-Disciplinare	SECS-S/01
Syllabus	
Obiettivi dell'attività formativa	Il corso si propone di fornire le conoscenze per lo sviluppo di tecniche computazionali per l'inferenza in modelli statistici. Verranno forniti quindi gli elementi essenziali della programmazione con R per l'implementazione di tali tecniche.
Contenuti	<ul style="list-style-type: none">○ Algoritmi per la generazione di numeri pseudocasuali○ Introduzione ai metodi Monte Carlo○ Metodi di riduzione della varianza dello stimatore Monte Carlo○ Metodi di ricampionamento bootstrap e jackknife○ Intervalli di confidenza bootstrap○ Cenni alla verifica d'ipotesi in ambito bootstrap○ Aspetti numerici e grafici per l'analisi di verosimiglianza
Prerequisiti	Non sono previste delle propedeuticità formali per questo modulo, tuttavia è auspicabile una conoscenza di base del linguaggio R.

Materiale didattico

- Robert, C.P. e Casella, G. (2009), *Introducing Monte Carlo Methods with R*, New York: Springer-Verlag
- Davison and Hinkley (1997). *Bootstrap Methods and their Applications*, Chapman and Hall.
- Appunti del docente (disponibili sulla piattaforma e-learning del corso).

Modalità d'esame

- Esame Scritto/Orale: si
 - Esame in Laboratorio: si
 - Relazione individuale: no
-

4.20 Processi stocastici M

Stochastic processes M

Crediti: 6

Informazioni generali	
Docente	Andrea Ongaro
e-mail	andrea.ongaro@unimib.it
Anno di corso	1
Ciclo di erogazione	III
Settore	SECS-S/01
Scientifico-Disciplinare	
Syllabus	
Obiettivi dell'attività formativa	Il corso si propone di introdurre i concetti fondamentali relativi ad alcune classi di processi di largo interesse e utilità nelle applicazioni.
Contenuti	
	<ul style="list-style-type: none">○ Introduzione alla teoria generale dei processi stocastici○ Catene di Markov a tempo discreto: equazioni di Chapman-Kolmogorov, classificazione degli stati, distribuzioni limite○ Cenni sulle catene di Markov a tempo continuo○ Moto Browniano○ Processo di Poisson○ Cenni sui processi di punto○ Processi spaziali: stazionarietà e isotropia, variogramma e covariogramma, modelli parametrici isotropici
Prerequisiti	
	Si presuppone la conoscenza delle nozioni di calcolo delle probabilità impartite nel corso di Probabilità applicata

Materiale didattico

- Ross S., Probability models, Academic Press, 2003.
- Durrett R., Essential of stochastic processes, Springer, 1999.
- Per la parte riguardante i processi spaziali è disponibile una apposita dispensa.
- Karlin S., Taylor H.M., A first course in stochastic processes, Academic Press, 1975.

Modalità d'esame

- Esame Scritto/Orale: si
 - Esame in Laboratorio: no
 - Relazione individuale: no
-

4.21 Statistica avanzata M

Advanced statistics M

Crediti: 12

4.21.1 Modulo: Statistica multivariata

Informazioni generali	
Docenti	Nicola Lunardon
e-mail	nicola.lunardon@unimib.it
Anno di corso	1
Ciclo di erogazione	III
CFU Modulo	6
Settore Scientifico-Disciplinare	SECS-S/01
Syllabus	
Obiettivi dell'attività formativa	Il modulo di Statistica Multivariata ha come scopo quello di fornire metodi statistici avanzati per lo studio di due o più fenomeni osservabili congiuntamente sulle unità statistiche di una popolazione. Privilegia sia gli aspetti teorici sia quelli applicativi.
Contenuti	<ul style="list-style-type: none">○ classificatore di bayes e analisi discriminante○ alberi di regressione e classificazione○ metodi di ensemble
Prerequisiti	Nozioni di base di analisi esplorativa e modelli statistici.
Materiale didattico	I testi verranno indicato dal docente all'inizio del corso

Modalità d'esame

- Esame Scritto/Orale: sì
 - Esame in Laboratorio: no
 - Relazione individuale: sì
-

4.21.2 Modulo: Teoria dell'inferenza statistica

Informazioni generali	
Docente	Andrea Ongaro
e-mail	andrea.ongaro@unimib.it
Anno di corso	1
Ciclo di erogazione	II
CFU Modulo	6
Settore Scientifico-Disciplinare	SECS-S/01
Syllabus	
Obiettivi dell'attività formativa	Il corso si propone di presentare le nozioni generali e i metodi dell'inferenza statistica, con particolare riguardo a problemi di stima puntuale e intervallare, di verifica d'ipotesi e di selezione del modello, utilizzando come filo conduttore l'approccio basato sulla verosimiglianza.

Contenuti

- Verosimiglianza e principio di verosimiglianza
 - Statistiche sufficienti e famiglie esponenziali
 - Stimatori di massima verosimiglianza: equazioni di verosimiglianza, informazione attesa e osservata di Fisher, riparametrazioni, proprietà degli stimatori di verosimiglianza
 - Test basati sulla verosimiglianza : distribuzione asintotica, casi notevoli.
 - Regioni di confidenza basate sulla verosimiglianza.
 - Estensioni e modifiche della verosimiglianza
 - Criteri di selezione del modello
-

Prerequisiti

Si presuppone la conoscenza delle nozioni di calcolo delle probabilità impartite nel corso di Probabilità applicata e di nozioni di inferenza statistica a livello dei corsi base di una laurea triennale in scienze statistiche.

Materiale didattico

- Azzalini A., Inferenza Statistica: un'introduzione basata sul concetto di verosimiglianza (2 ed.). Springer-Verlag, 2001
 - Pace L., Salvani A., Introduzione alla statistica: inferenza, verosimiglianza, modelli. Cedam, Padova, 2001
-

Modalità d'esame

- Esame Scritto/Orale: si
 - Esame in Laboratorio: no
 - Relazione individuale: no
-

4.22 Statistica economica M

Economic Statistics M

Crediti: 6

Informazioni generali	
Docente	Matteo Pelagatti
e-mail	matteo.pelagatti@unimib.it
Anno di corso	1
Ciclo di erogazione	IV
Settore Scientifico-Disciplinare	SECS-S/03

Syllabus	
Obiettivi dell'attività formativa	L'obiettivo dell'insegnamento è quello di fornire le basi teoriche e applicative dei modelli per serie storiche a componenti non osservabili. Si illustreranno i fondamenti della teoria della previsione, la forma state space e i metodi di filtraggio collegati. Il corso viene impartito in modalità <i>blended learning</i> con videolezioni e lezioni frontali in laboratorio informatico. Tutti i modelli vengono implementati su dati e problemi reali usando l'ambiente open source R.

Contenuti

- Teoria della previsione
 - I modelli UCM
 - La forma state space
 - Inferenza e previsione per modelli in forma state space
 - Il pacchetto R KFAS per la stima di modelli in forma state space
 - Applicazioni economiche, sociali e aziendali
 - Accenni a modelli UCM multivariati
-

Prerequisiti

È necessario avere nozioni di base di serie storiche (processi stazionari, integrati e modelli ARIMA). Inoltre, è necessario avere una conoscenza di base di R.

Materiale didattico

- Pelagatti (2015) Time Series Modelling with Unobserved Components, Chapman and Hall/CRC (disponibile per gli iscritti sul sito di e-learning).
- Altro materiale pubblicato sul sito e-learning dell'insegnamento.

Modalità d'esame

- Esame Scritto/Orale: si
 - Esame in Laboratorio: si
 - Relazione individuale: facoltativo
-