



UNIVERSITÀ DI PISA  
Dipartimento di Informatica

Corso di Laurea Magistrale in  
**Data Science and Business Informatics**

Classe LM-18: Informatica

**Regolamento didattico e guida per lo studente**  
A partire dall'A.A. 2021/22

*Email di contatto*  
datascience@di.unipi.it

*Sito web*  
<http://www.di.unipi.it/it/didattica/wds-lm>

Ultimo aggiornamento: **17 Settembre 2021**



---

## Premessa

Il Corso di Laurea Magistrale in *Data Science and Business Informatics* è stato progettato, a partire dal 2002, per preparare laureati magistrali in grado di padroneggiare sia le tecnologie informatiche che di comprendere le necessità delle organizzazioni mediante una formazione specifica sull'analisi dei dati per il supporto alle decisioni con le metodologie della Data Science e della Business Intelligence.

Tutti gli insegnamenti obbligatori e buona parte di quelli nei gruppi a scelta sono erogati in lingua Inglese. Alcuni insegnamenti, marcati con un asterisco, sono offerti in Italiano. Gli studenti in ingresso dovranno dimostrare una conoscenza della lingua Inglese di livello almeno B2.

Il Corso di Laurea richiede un solido background, una forte motivazione e attitudine ad impegnarsi sulle attività di studio. Sono richieste capacità di astrazione, di problem solving, di modellazione formale, di ragionamento logico/matematico. Si invita a non sottostimare queste considerazioni prima di iscriversi.

La frequenza alle lezioni non è obbligatoria. Gli studenti part-time, comunque, hanno tassi di successo agli esami più bassi degli studenti frequentanti e tempi maggiori per il conseguimento della laurea. Si raccomanda fortemente di seguire con regolarità le lezioni sin dall'inizio dell'anno accademico, e di completare gli esami degli insegnamenti subito al termine del semestre in cui si sono frequentati.

I nostri laureati sono molto richiesti sul mercato del lavoro. Le statistiche mostrano non solo un placement del 100% entro il primo anno dalla laurea, ma anche una posizione lavorativa di ingresso in ruoli di responsabilità. Questa è la ricompensa per il loro impegno e la loro tenacia.



---

# Indice

<b>1</b>	<b>Obiettivi e criteri di ammissione</b>	<b>7</b>
1.1	Obiettivi formativi . . . . .	7
1.2	Criteri di ammissione . . . . .	8
1.3	Conoscenze richieste . . . . .	8
<b>2</b>	<b>Regolamento didattico</b>	<b>9</b>
2.1	Attività formative . . . . .	9
2.2	Propedeuticità . . . . .	12
2.3	Piano di studi . . . . .	12
<b>3</b>	<b>Organizzazione della didattica e dei servizi</b>	<b>15</b>
3.1	Organizzazione della didattica . . . . .	15
3.1.1	Mobilità internazionale: Erasmus+ e doppio titolo di laurea	17
3.2	Organizzazione dei servizi . . . . .	17
3.2.1	Valutazione dei servizi e delle strutture . . . . .	18
3.3	Tirocini e lauree . . . . .	18
3.3.1	Progetti formativi . . . . .	18
3.3.2	Lauree . . . . .	18
<b>4</b>	<b>Rapporto con il mondo del lavoro</b>	<b>19</b>
<b>5</b>	<b>Attività di ricerca rilevante</b>	<b>21</b>
<b>A</b>	<b>Courses in English for AY 2021/22</b>	<b>23</b>
A.1	Compulsory subjects . . . . .	23
	<i>Business process modeling (295AA)</i> . . . . .	23
	<i>Data mining (420AA)</i> . . . . .	24
	<i>Decision support databases (662AA)</i> . . . . .	25
	<i>Laboratory of data science (664AA)</i> . . . . .	26
	<i>Logistics (255AA)</i> . . . . .	27
A.2	Elective subjects from the GR1 group . . . . .	28
	<i>Advanced databases (641AA)</i> . . . . .	28

	<i>Big data analytics (599AA)</i>	29
	<i>Distributed data analysis and mining (687AA)</i>	30
	<i>Information retrieval (289AA)</i>	31
	<i>Machine learning (654AA)</i>	32
	<i>Programmatic advertising (634AA)</i>	33
	<i>Social network analysis (668AA)</i>	34
	<i>Technologies for web marketing (537AA)</i>	35
	<i>Text analytics (635AA)</i>	36
	<i>Visual analytics (602AA)</i>	37
A.3	Elective subjects from the GR2 group	38
	<i>Fundamentals of business management (627PP)</i>	38
	<i>Legal issues in data science (381NN)</i>	39
	<i>Management practice (629PP)</i>	40
	<i>Model-driven decision-making methods (666AA)</i>	41
	<i>Project design &amp; management for data science (1075I)</i>	42
	<i>Statistics for data science (628PP)</i>	43
	<i>Strategic and competitive intelligence (787II)</i>	44
A.4	Elective subjects from the GR3 group	45
	<i>Algorithms and data structures for data science (75IAA)</i>	45
	<i>Databases (765AA)</i>	46
	<i>Programming for data science (667AA)</i>	47
A.5	Elective subjects from the Table 2.4 group	48
<b>B</b>	<b>Corsi in Italiano per l'AA 2021/22</b>	<b>49</b>
B.1	Attività formative a scelta del gruppo GR2	49
	<i>Analisi e gestione dei costi (265PP)</i>	49
	<i>Decisioni in situazioni di complessità e di conflitto (488AA)</i>	50
	<i>Diritto dell'informatica (058NN)</i>	51
	<i>Economia aziendale II (018PP)</i>	52
	<i>Economia dei mercati finanziari (020PP)</i>	53
	<i>Economia e gestione delle imprese - Corso B - (049PP)</i>	54
	<i>Organizzazione aziendale (357PP)</i>	55
	<i>Pianificazione e controllo gestionale (278PP)</i>	56
B.2	Attività formative a scelta del gruppo GR3	57
	<i>Ingegneria del software (271AA)</i>	57
	<i>Laboratorio di basi di dati (254AA)</i>	58
	<i>Ricerca operativa (029AA)</i>	59

---

# Obiettivi e criteri di ammissione

## 1.1 Obiettivi formativi

Il Corso di Laurea Magistrale in *Data Science and Business Informatics* è progettato per rispondere alla costante domanda di laureati magistrali con una cultura interdisciplinare in grado di comprendere le esigenze delle organizzazioni e di rispondervi attraverso la produzione di informazione di supporto alle decisioni ottenuta con l'analisi delle grandi quantità e varietà di dati accumulati nel tempo. È ormai infatti largamente condivisa l'opinione che nelle organizzazioni moderne, per migliorare l'efficacia e la tempestività dei processi decisionali, non basta più solo l'intuizione e l'esperienza, ma occorre far leva sull'informazione estratta dai dati con metodi analitici (data warehousing, machine learning, data mining, business process modeling, big data analytics, visual analytics, text analytics). La scoperta di nuovi modelli di fenomeni sociali, di mercato, economici, tecnologici e culturali sempre più complessi, e la capacità di integrare modelli e processi decisionali risultano essenziali per il raggiungimento degli obiettivi delle organizzazioni sia pubbliche che private.

La cultura interdisciplinare del laureato in *Data Science and Business Informatics* mira inoltre a superare il divario culturale tra gli informatici e i manager (sia di aziende private o di enti pubblici). Infatti, come segnalato da tempo in numerosi studi e pubblicazioni, si avverte la mancanza di figure professionali in grado di agire come integratori di differenti competenze e approcci, al fine di superare la diffidenza del management a coinvolgere gli informatici nei processi decisionali, tradizionalmente visti come portatori di un sapere importante, ma fortemente specialistico, talvolta avulso dal contesto applicativo o poco sensibile alle esigenze delle organizzazioni. Il profilo professionale del laureato in *Data Science and Business Informatics* mira a preparare degli specialisti con un'ampia cultura multidisciplinare e con capacità progettuali e organizzative.

I laureati avranno conoscenze specialistiche dei metodi e degli strumenti informatici della *Business Intelligence* e della *Data Science* per ideare, pianificare, progettare e gestire applicazioni che forniscano ai decisori privati o pubblici le informazioni di sintesi ed i modelli di Data Mining e Machine Learning più adatti per comprendere, scoprire e prevedere fenomeni interessanti su cui basare tattiche e strategie efficaci per accrescere il vantaggio competitivo o il bene pubblico. Tali conoscenze saranno complementate dai fondamenti dell'economia e della gestione aziendale (modelli organizzativi aziendali, funzioni operative e ausiliarie, strategie di competitive intelligence, metodologie di pianificazione e controllo), dai modelli e metodi di ottimizzazione della ricerca operativa, da metodi e strumenti di analisi dei processi, Web,

e dalle metodologie e applicazioni della statistica, della fisica dei sistemi complessi e della sociologia computazionale per l'analisi e la simulazione di comportamenti sociali e di rete. Infine, il laureato magistrale in *Data Science and Business Informatics* sarà dotato di una preparazione culturale, scientifica e metodologica di base che gli permetterà di accedere ai livelli di studio universitario successivi al magistrale, in particolare ai dottorati di ricerca in *Data Science*, in *Artificial Intelligence* ed in *Informatica*.

## 1.2 Criteri di ammissione

Il Corso di Laurea Magistrale in *Data Science and Business Informatics* non è ad accesso programmato.

*Requisiti curricolari.* Requisito generale per l'ammissione è il possesso di una laurea triennale delle classi delle lauree in Scienze e tecnologie informatiche (L-31), in Ingegneria dell'informazione (L-8), in Statistica (L-41), in Scienze dell'economia e della gestione aziendale (L-18), in Scienze economiche (L-33), in Scienze e tecnologie fisiche (L-30), in Scienze matematiche (L-35) e nelle corrispondenti classi di cui al D.M. 509/1999. Sono anche ammessi studenti in possesso di una laurea triennale di un'altra classe avendo acquisito almeno 40 CFU in uno o più dei seguenti settori INF/01, ING-INF/05, MAT/\*, FIS/\*, SECS-P/\*, SECS-S/\*, ING-IND/35. In ogni caso è richiesta una buona conoscenza della lingua Inglese.

*Adeguatezza della preparazione.* L'adeguatezza della personale preparazione, in particolare sui fondamenti delle scienze e delle tecnologie dell'informazione e della lingua Inglese viene verificata mediante la valutazione del curriculum formativo ed eventualmente con una prova di verifica su argomenti specifici.

*Conoscenza della lingua Inglese* Sono determinate come adeguate le seguenti attività formative con riferimento alla comprensione della lingua Inglese:

- Almeno 6 CFU nel SSD L-LIN/12 “Lingua e traduzione lingua Inglese”.
- Certificato di profitto di livello B2.1 rilasciato dal CLI dell'Università di Pisa.
- IELTS con punteggio almeno 5.5.
- TOEFL iBT di almeno 72.
- First Certificate in English.
- Attestato livello B2 o superiore del CEFR rilasciato da ente certificato.
- Altre attività formative e conoscenze da valutare mediante un colloquio.

## 1.3 Conoscenze richieste

Le conoscenze di base richieste riguardano la matematica discreta, la logica, la programmazione, l'algoritmica e le basi di dati. I Corsi di Laurea Triennale in Informatica od in Ingegneria Informatica tipicamente coprono queste conoscenze con insegnamenti obbligatori del primo o secondo anno. Gli studenti che provengono da altre Lauree Triennali possono acquisire tali conoscenze inserendo nel proprio Curriculum (vedi Cap. 2) uno o più dei seguenti insegnamenti:

- Programming for data science (12 CFU),
- Algorithms and data structures for data science (9 CFU),
- Databases (6 CFU).



---

# Regolamento didattico

Il Corso di Laurea Magistrale in *Data Science and Business Informatics* prevede le seguenti attività formative:

- *Attività formative caratterizzanti* dell'area *Informatica* (48 CFU).
- *Attività formative affini o integrative* dell'area *Ricerca operativa* (6 CFU).
- *Attività formative affini o integrative* delle aree *Economico-aziendale, Giuridica, Matematica e Statistica* (18 CFU).
- *Altre attività formative affini o integrative* (12 CFU).
- *Attività formative a scelta libera* dello studente (9 CFU).
- Una tesi di laurea (27 CFU), che può essere fatta in Italia o fuori dall'Italia, presso università e centri di ricerca, aziende private o enti pubblici.

L'impegno per ciascuna attività didattica viene espresso in CFU, dove in media:

1 CFU = 25 ore di studio totale = 8 ore di lezione + 17 ore di studio individuale.

Le attività formative obbligatorie sono offerte esclusivamente in lingua Inglese. Per ciascun gruppo di scelte, vengono offerte in Inglese un numero di attività formative sufficiente a coprire almeno i CFU del gruppo. Le lezioni sono su due semestri.

## 2.1 Attività formative

Per ogni insegnamento viene specificato il settore scientifico disciplinare, i crediti attribuiti, la sigla, il codice ed il semestre di erogazione.

*Gli insegnamenti marcati con un asterisco sono offerti in Italiano.*

### **Attività formative caratterizzanti dell'area *Informatica* (48 CFU)**

- **Decision support databases** (INF/01 CFU 6 DSD 662AA 1 Sem.)
- **Data mining** (INF/01 CFU 12 DM 420AA)
  - Module I: Data mining: fundamentals (6 CFU 1 Sem.)
  - Module II: Data mining: advanced topics and applications (6 CFU 2 Sem.)
- **Business process modeling** (INF/01 CFU 6 BPM 295AA 1 Sem.)

- **Laboratory of data science** (INF/01 CFU 6 LDS, 664AA 1 Sem.)
- **Attività formative a scelta per 18 CFU dal GR1 (Tabella 2.1)**

Insegnamento	Descrizione				
	SSD	CFU	Sigla	Codice	Sem.
<b>Area Informatica</b>					
Advanced databases	INF/01	9	ADB	641AA	2
Machine learning	INF/01	9	ML	654AA	1
Big data analytics	INF/01	6	BDA	599AA	1
Distributed data analysis and mining	INF/01	6	DDAM	687AA	1
Information retrieval	INF/01	6	IR	289AA	1
Programmatic advertising	INF/01	6	PRV	634AA	1
Social network analysis	INF/01	6	SNA	668AA	2
Technologies for web marketing	INF/01	6	TWM	537AA	2
Text analytics	INF/01	6	TXA	635AA	1
Visual analytics	INF/01	6	VA	602AA	2

**Tabella 2.1** GR1: Attività formative caratterizzanti a scelta.

**Attività formativa affine o integrativa dell'area *Ricerca operativa* (6 CFU)**

- **Logistics** (MAT/09 CFU 6 LOG 255AA 1 Sem.)

**Attività formative affini o integrative dell'area *Economico-aziendale, Giuridica, Matematica, e Statistica* (18 CFU)**

- **Attività formative a scelta per 18 CFU dal GR2 (Tabella 2.2)**

## 2.1. ATTIVITÀ FORMATIVE

Insegnamento	Descrizione				
	SSD	CFU	Sigla	Codice	Sem.
<b>Area Economico-aziendale</b>					
Analisi e gestione dei costi*	SECS-P/07	9	AGC	265PP	2
Fundamentals of business management	SECS-P/07	9	FBM	627PP	1
Economia aziendale II*	SECS-P/07	9	EA2	018PP	1
Economia e gestione delle imprese*	SECS-P/08	9	EGI	049PP	2
Management practice	SECS-P/08	6	MP	629PP	2
Organizzazione aziendale*	SECS-P/10	9	OA	357PP	2
Pianificazione e controllo gestionale*	SECS-P/07	9	PCG	278PP	1
Project design & management for data science	ING-IND/35	6	PDM	1075I	1
Strategic and competitive intelligence	ING-IND/35	6	SCI	787II	2
<b>Area Giuridica</b>					
Diritto dell'informatica*	IUS/05	6	DIR	058NN	1
Legal issues in data science	IUS/02	6	LDS	381NN	2
<b>Area Matematica</b>					
Decisioni in situazioni di complessità e di conflitto*	MAT/09	6	DSC	636AA	2
Model-driven decision making methods	MAT/09	6	MDD	666AA	2
<b>Area Statistica</b>					
Economia dei mercati finanziari*	SECS-P/01	6	EMF	020PP	1
Statistics for data science	SECS-S/01	9	SDS	628PP	2

**Tabella 2.2** GR2: Attività formative affini o integrative a scelta.

### Altre attività formative caratterizzanti e affini o integrative (12 CFU)

- Altre attività formative a scelta per 12 CFU da uno o più dei gruppi GR2 (Tabella 2.2) e GR3 (Tabella 2.3)

Insegnamento	Descrizione				
	SSD	CFU	Sigla	Codice	Sem.
<b>Area Informatica</b>					
Algorithms and data structures for data science	INF/01	9	ADS	751AA	2
Databases	INF/01	6	DB	765AA	2
Ingegneria del software*	INF/01	6	IS	271AA	2
Laboratorio di basi di dati*	INF/01	6	LBD	254AA	2
Programming for data science	INF/01	12	PDS	667AA	1-2
<b>Area Matematica</b>					
Ricerca operativa*	MAT/09	6	RO	029AA	1

**Tabella 2.3** GR3: Attività formative affini o integrative a scelta.

### Attività formative a scelta libera dello studente (9 CFU)

- Possono essere scelti uno o due insegnamenti tra quelli ricompresi in **uno o più** dei gruppi GR1, GR2, GR3 o nella Tabella 2.4 in modo da coprire almeno 9 CFU. Possono anche essere inseriti insegnamenti della Laurea Magistrale in Informatica. Gli insegnamenti suggeriti dipendono dal corso di laurea triennale dello studente.

Insegnamento	Descrizione			
	SSD	CFU	Codice	Sem.
<b>Area Economico-aziendale</b>				
Economia dell'informazione*	SECS-P/01	6	204PP	1
<b>Area Informatica</b>				
Artificial Intelligence fundamentals	INF/01	6	643AA	1
ICT risk assessment	INF/01	9	303AA	2
Peer to peer systems and blockchains	INF/01	6	261AA	2
Intelligent systems for pattern recognition	INF/01	9	760AA	2
Semantic web	INF/01	6	657AA	1

**Tabella 2.4** GR4: Attività formative pre-approvate che possono essere inserite nel gruppo a *scelta libera* dello studente.

## 2.2 Propedeuticità

Non sono previste propedeuticità formali per sostenere l'esame di un insegnamento. Le seguenti precedenze devono però essere rispettate per quanto riguarda la frequenza:

- per **Laboratory of data science** aver seguito: **Decision support databases** e **Data mining**.
- per **Big data analytics** aver seguito: **Data mining**;
- per **Distributed data analysis and mining** aver seguito: **Data mining**;
- per **Programmatic advertising** aver seguito: **Technologies for web marketing**;
- per **Strategic and competitive intelligence** aver seguito: **Fundamentals of business management** oppure **Economia aziendale II**;
- per **Pianificazione e controllo gestionale** aver seguito: **Fundamentals of business management** oppure **Economia aziendale II**;
- per **Analisi e gestione dei costi** aver seguito: **Fundamentals of business management** oppure **Economia aziendale II**;
- per **Model-driven decision making methods** aver seguito: **Logistics**;
- per **Information retrieval** aver seguito: **Algorithms and data structures for data science** (se previsto);
- per **Algorithms and data structures for data science** aver seguito: **Programming for data science**.

Queste indicazioni sono particolarmente importanti per gli studenti che si iscrivono alla fine del primo semestre e per gli studenti pre-iscritti durante il secondo semestre.

## 2.3 Piano di studi

La suddivisione degli insegnamenti per anno di corso e per semestre riportata nella tabella seguente è da intendersi come indicativa. Lo studente può distribuire i 120 CFU necessari al conseguimento del titolo liberamente su anno e semestre con il solo vincolo di rispettare il semestre di erogazione dell'insegnamento e le precedenze raccomandate nella sezione 2.2.

*Lo studente è tenuto a presentare il proprio piano di studi entro un mese dall'iscrizione. Il piano di studi può essere aggiornato annualmente dal 1 Settembre al 31 Gennaio.*

### 2.3. PIANO DI STUDI

Sul sito web del Corso di Studi sono disponibili bozze di piani di studio specifiche per le lauree triennali di provenienza più comuni.

Anno di corso	Primo semestre	CFU	Secondo semestre	CFU
<b>Primo</b>	<i>GR2: (Affini e integrative)</i>	9	<i>GR2: (Affini e integrative)</i>	9
	<i>GR2 o GR3: (Affini e integrative)</i>	6	<i>GR2 o GR3: (Affini e integrative)</i>	6
	Logistics (Affine)	6	<i>GR1: (Caratterizzante)</i>	6
	Decision support databases (Caratterizzante)	6		
	Data mining Module I: Fundamentals (Caratterizzante)	6	Data mining Module II: Advanced topics and applications (Caratterizzante)	6
<b>Totali</b>		<b>33</b>		<b>27</b>
<b>Secondo</b>	Business Process Modeling (Caratterizzante)	6	Tesi	27
	Laboratory of Data Science (Caratterizzante)	6		
	<i>GR1: (Caratterizzante)</i>	12		
	<i>Insegnamento/i a scelta libera</i>	9		
<b>Totali</b>		<b>33</b>		<b>27</b>



---

# Organizzazione della didattica e dei servizi

Il sito web del Corso di Studio riporta la versione più aggiornata alle informazioni relative all'organizzazione didattica, oltre che a notizie ed annunci:

<http://www.di.unipi.it/it/didattica/wds-lm>

Informazioni di dettaglio su alcuni aspetti organizzativi dei servizi offerti dal Dipartimento di Economia e Management sono reperibili sulla pagina della didattica:

<https://www.ec.unipi.it/didattica/>

## 3.1 Organizzazione della didattica

### Calendario, orario e sede delle lezioni

Il calendario accademico è articolato su due semestri ciascuno (Settembre-Dicembre e Febbraio-Maggio) comprendente almeno 12 settimane di attività didattica ciascuno. Il calendario degli insegnamenti di area economica potrebbe essere leggermente diverso da quello degli insegnamenti di informatica, poichè segue la programmazione didattica dei Corsi di Studio del Dipartimento di Economia e Management.

L'orario delle lezioni viene pubblicato sul sito web in anticipo rispetto all'inizio del semestre. Le lezioni si svolgono:

- per gli insegnamenti di area economico-aziendale e giuridica presso il Dipartimento di Economia e Management, in via C. Ridolfi 10, Pisa;
- per tutti gli altri insegnamenti, presso il Polo Didattico L. Fibonacci, Largo B. Pontecorvo 3, Edificio B, Pisa.

Si presti attenzione al fatto che le fasce orarie degli insegnamenti ad Economia (8:45-10:15, 10:30-12:00, 12:15-14:00, 14:15-15:45, 16:00-17:30-17:45-19:15) sono differenti da quelle ad Informatica (9-11, 11-13, 14-16, 16-18).

## Obblighi di frequenza

La frequenza obbligatoria, di norma, non è richiesta.

## Programma e materiale didattico degli insegnamenti

L'elenco completo degli insegnamenti è disponibile sul sito web VALUTAMI:

[esami.unipi.it](http://esami.unipi.it)

Per ciascun insegnamento vengono descritti gli obiettivi ed il programma di massima, coerente con il syllabus riportato nelle Appendici A e B di questo documento. Inoltre potrà essere indicato un link ad una pagina web mantenuta dal docente con ulteriori informazioni, quali: calendario e giornale delle singole lezioni, lucidi, materiale didattico, esercizi svolti e/o esempi di compiti di esame, registrazioni audio-video, ecc. Le pagine di dettaglio, il cui link è riportato nelle appendici, sono ospitate su una delle seguenti piattaforme:

- DidaWiki del Dipartimento di Informatica: [didawiki.di.unipi.it](http://didawiki.di.unipi.it)
- Moodle del Dipartimento di Economia e Management: [moodle.ec.unipi.it](http://moodle.ec.unipi.it)
- Moodle del “Polo Informatico 2 del SID”: [elearning.di.unipi.it](http://elearning.di.unipi.it)

Le registrazioni audio-video delle lezioni, quando disponibili, sono riferite dalla pagina di dettaglio dell'insegnamento e sono ospitate sul sito web istituzionale del docente, oppure su una delle seguenti piattaforme:

- Mediateca di ateneo: [mediateca.unipi.it](http://mediateca.unipi.it)
- USID: servizi di ateneo agli studenti con disabilità: [www.unipi.it/index.php/usid](http://www.unipi.it/index.php/usid)

Il programma finale *ufficiale* delle lezioni di ciascun insegnamento è disponibile sul sito web [unimap.unipi.it](http://unimap.unipi.it), ricercando il docente per cognome, quindi il pannello “didattica” e poi “registro delle lezioni”.

## Esami e prove intermedie

I corsi di insegnamento hanno di norma un esame composto da una prova scritta e/o progetto e da una prova orale. Se previsto dal docente, la prova scritta può essere superata con due verifiche intermedie, una a metà semestre e una a fine semestre. Il calendario accademico prevede periodi dedicati alla verifiche intermedie una a metà semestre e una a fine semestre. L'iscrizione agli appelli d'esame ed alle verifiche intermedie avviene sul sito web [esami.unipi.it](http://esami.unipi.it). Per tutti gli insegnamenti la valutazione dell'esame è espressa in trentesimi.

Gli studenti fuori corso, lavoratori, genitori con figli di età inferiore agli otto anni, o in maternità hanno accesso a due appelli straordinari a loro riservati, i quali si svolgono nel periodo della prima prova intermedia di ciascun semestre. Si rimanda alla pagina <https://www.di.unipi.it/it/didattica/appelli-straordinari>.

## Valutazioni della didattica

Al termine di ciascun semestre, gli studenti sono tenuti a compilare il questionario di valutazione di ciascun insegnamento seguito durante il semestre (per gli insegnamenti su due semestri, il questionario viene riempito solo al termine del secondo semestre). La compilazione dei questionari avviene sul sito web [esami.unipi.it](http://esami.unipi.it).



Il sistema di iscrizione ad un esame richiede necessariamente la compilazione del relativo questionario, se non fatta precedentemente, al momento dell'iscrizione al secondo compitino, se previsto, oppure al momento della prima iscrizione all'esame.

I risultati dei questionari sono anonimi ed estremamente importanti per comprendere le opinioni ed i commenti degli studenti, così che possano essere intraprese azioni di miglioramento della didattica e dei servizi.

### 3.1.1 Mobilità internazionale: Erasmus+ e doppio titolo di laurea

Gli studenti possono partecipare al programma Erasmus+ per mobilità in uscita sia per studio (esami) che per progetti formativi (tesi). Gli studenti di Università straniere possono partecipare al programma per mobilità in ingresso al fine di seguire insegnamenti del Corso di Laurea Magistrale.

Il doppio titolo (double degree) costituisce il possibile esito di un corso di studio "integrato", con un piano di studio progettato in comune tra due università. Al termine del percorso di studi, lo studente ottiene due distinti titoli di laurea. Il Corso di Studi in *Data Science and Business Informatics* ha concordato un doppio titolo con il *Master in Informatique des Organisations (parcours Informatique pour la Dàcision de la 1ère annàe de Master et parcours MIAGE Informatique Dàcisionnelle de la 2ème annàe de Master)* dell'*Università Paris-Dauphine*. L'accesso è riservato ad un massimo di 5 studenti iscritti a Business Informatics per anno, i quali dovranno seguire un piano di studio prefissato.

Ulteriori informazioni: [didattica.di.unipi.it/laurea-magistrale-in-data-science-and-business-informatics/studiare-alleestero/](http://didattica.di.unipi.it/laurea-magistrale-in-data-science-and-business-informatics/studiare-alleestero/).

## 3.2 Organizzazione dei servizi

### Ricevimento docenti e tutorato

I recapiti di contatto e l'orario di ricevimento settimanale (o su appuntamento) dei docenti del Corso di Studio sono disponibili sul sito [unimap.unipi.it](http://unimap.unipi.it) oppure a partire dalle pagine degli insegnamenti. Gli studenti sono invitati ad usufruire con regolarità dell'opportunità offerta dal ricevimento studenti per porre domande e chiedere approfondimenti sui contenuti e sui pre-requisiti degli insegnamenti.

Entro il primo semestre di ciascun anno, per ciascun immatricolato viene nominato un docente che funge da tutore accademico per gli aspetti didattici in generale e per tutto il percorso di studio. L'associazione studente-tutore viene resa nota sul sito web.

Nel primo semestre è anche attivo un servizio di tutorato alla pari, in cui studenti del secondo anno forniscono informazioni utili ai loro colleghi matricole.

### Laboratori informatici, Wi-Fi e licenze sw

L'accesso ai laboratori informatici del Polo Didattico L. Fibonacci è libero, se non risultano occupati per lezioni o esami. L'autenticazione ai PC di laboratorio avviene usando le credenziali di ateneo (le stesse del sistema Alice). Con le stesse credenziali è possibile accedere alla rete Wi-Fi "Unipi" disponibile in tutti i poli didattici dell'ateneo (password di rete "wifi-unipi"). I servizi informatici dei laboratori sono gestiti dal "Polo Informatico 2 del SID", la cui home page è: [www.sid.unipi.it/polo2](http://www.sid.unipi.it/polo2). Numerosi accordi permettono di scaricare software con licenza accademica e di accedere a servizi cloud (click sul nome per l'URL):

– Microsoft Office 365

- Azure dev tools (OS, Visual Studio, SQL Server, etc.)
- MathWorks MatLab
- IBM on the hub
- Google GSuite (per attivarlo clicca qui).

### **Segreterie studenti e unità didattica**

La segreteria studenti è sita in Largo B. Pontecorvo 3, Edificio E. È il riferimento per le pratiche di iscrizione, pagamento tasse, rilascio certificati, domanda di laurea. Molti dei servizi e delle pratiche possono essere usufruiti online sul portale degli studenti Alice: [www.studenti.unipi.it](http://www.studenti.unipi.it).

L'unità didattica del Corso di Studi è presso il Dipartimento di Informatica, Largo B. Pontecorvo 3, Edificio C, II piano. È il riferimento per le pratiche di progetto formativo e per presentare la domanda di laurea.

#### **3.2.1 Valutazione dei servizi e delle strutture**

Gli studenti hanno la facoltà di compilare una volta all'anno un questionario di valutazione dei servizi e delle strutture, accedendo allo stesso sito web di iscrizione agli esami e valutazione della didattica: [esami.unipi.it](http://esami.unipi.it).

### **3.3 Tirocini e lauree**

#### **3.3.1 Progetti formativi**

Un progetto formativo consiste in un accordo tra il Dipartimento di Informatica, un laureando ed un'azienda od ente esterno convenzionato disponibile ad ospitare il laureando per un periodo determinato di tempo e con un obiettivo formativo condiviso. I laureandi sono inseriti in un progetto aziendale con un obiettivo formativo attinente alle tematiche del Corso di Laurea ed utile alla redazione della tesi di laurea. Il progetto formativo può essere svolto in Italia o all'estero, presso aziende pubbliche o private. Lo studente è seguito da un tutore aziendale e da un tutore accademico, il quale farà anche da relatore della tesi di laurea.

Al link <https://www.di.unipi.it/it/didattica/wds-lm/progetto-formativo> sono disponibili il regolamento di funzionamento dei progetti formativi, l'elenco delle aziende convenzionate e l'albo delle proposte disponibili.

#### **3.3.2 Lauree**

Le modalità e le scadenze per la presentazione della domanda di laurea sono disponibili sul sito web.

Il voto di Laurea viene determinato come la media pesata delle attività formative, trasformata in centodecimi e arrotondata all'intero più vicino, a cui si aggiunge la valutazione della prova finale espressa in un incremento da 1 a 7 punti. Nel calcolo della media gli esami con lode vengono valutati 32/30. La Commissione di Laurea all'unanimità può attribuire la lode ai candidati quando la somma della media del voto delle attività formative e della valutazione della prova finale sia almeno 112 e la valutazione della prova finale sia almeno 5.

---

## Rapporto con il mondo del lavoro

Le analisi di mercato sulle tecnologie dell'informazione e della comunicazione confermano un'elevata domanda di formazione di laureati con competenze nel settore, in particolare negli ambiti in cui è maggiormente presente l'innovazione tecnologica (fonti: rapporto Assinform 2013, rapporto Assintel 2013, Manifesto e-skills 2012, ricerche ISFOL sui fabbisogni professionali, rapporto Federcomin 2006). L'evoluzione non sarà solo di tipo tecnologico, ma inciderà anche sui modelli di business delle organizzazioni, sia private che pubbliche, modificando profondamente le professionalità richieste, le quali saranno sempre più orientate alla multidisciplinarietà, alla tecnologia, ma anche alle competenze di processo e di settore. Un articolo del 2015 sulla prestigiosa rivista Forbes sottolinea come il data scientist sia il lavoro con il più alto divario tra richiesta e offerta di candidati qualificati dotati di un mix di competenze multidisciplinari, che permettono non solo di acquisire dati ed estrarne conoscenza, ma anche di raccontare storie attraverso questi dati, di supportare i processi decisionali e di gestire le ripercussioni etiche e legali. Due libri di successo (T. H. Davenport e G. C. Harris, *Competing on Analytics: The New Science of Winning*, Harvard Business School Press, Boston 2007, e T. H. Davenport, G. C. Harris e R. Morison, *Analytics at Work*, Harvard Business School Press, Boston 2010) mostrano in modo convincente come le aziende moderne raccolgono dati in grande quantità, e sono sempre più consapevoli del fatto che per il raggiungimento di risultati significativi di business devono investire su strategie basate sull'analisi di tali dati con gli strumenti informatici della Data Science e della Business Intelligence. In un celebre articolo su Harvard Business Review, T. H. Davenport ha definito il data scientist *the Sexiest Job of the 21st Century*.

L'autorevole società di ricerca americana Gartner, nel suo rapporto *Gartner's 2012 Magic Quadrant for Business Intelligence Platforms Report*, afferma che il mercato per le piattaforme di Business Intelligence rimarrà uno dei segmenti del software in più rapida crescita, nonostante la lenta crescita economica di alcuni paesi. Le imprese più innovative continuano, infatti, a ritenere fondamentali le applicazioni della Business Intelligence. Sempre Gartner, nel suo *Hype Cycle for Emerging Technologies* del 2015, pone la *Citizen Data Science* in forte crescita, intendendo per questa l'insieme di strumenti e tecnologie che permettono di svolgere compiti di analitica a ciascun membro di una organizzazione. Il rapporto del MIUR sui *Big Data* ([www.istruzione.it/allegati/2016/bigdata.pdf](http://www.istruzione.it/allegati/2016/bigdata.pdf)) evidenzia alcune linee di azione per inserire corsi introduttivi alla data science in tutti i percorsi di laurea. Questo permetterebbe di rispondere alle crescenti prospettive occupazionali offerte da quella che la commissione europea ha denominato *economia data-driven* e che stimolerà ricerca e

innovazione sui dati e allo stesso tempo porterà a nuove opportunità di business e a nuove disponibilità di competenze e capitali, in modo particolare per le PMI.

Un'analisi del contesto italiano è riportata nei rapporti della Scuola di Direzione Aziendale dell'Università Bocconi (*Osservatorio Business Intelligence, 2007-2013* SDA Bocconi), in un libro della School of Management del Politecnico di Milano (*Business Intelligence: uno sguardo al futuro*), e in un libro di docenti dell'Università di Udine (T. Burelli, A. Marzona, M. Pighin, *Dall'intuizione alla conoscenza*, Aracne, Roma, 2007), i quali mostrano come la Data Science e la Business Intelligence si stiano diffondendo nelle aziende italiane. La ragione di questa tendenza è che gli strumenti e metodi della Data Science e della Business Intelligence consentono agli utenti di creare applicazioni che aiutano le organizzazioni a comprendere meglio il proprio business e a scoprire nuove possibilità di intervento per competere nel mondo di oggi. Un'ulteriore conclusione di questi studi è che, in generale, per sfruttare al meglio le potenzialità dei sistemi di supporto alle decisioni, le aziende devono investire non solo sulla tecnologia informatica, ma anche su laureati con competenze specialistiche sia dei metodi informatici e matematici di supporto alle decisioni, sia dell'economia, della gestione aziendale e dei sistemi logistici.

Il Corso di Laurea Magistrale in *Data Science and Business Informatics* promuove ed incoraggia lo svolgimento di tesi di laurea presso aziende ed enti esterni, così favorendo la rapida occupabilità dei laureati. L'importanza di questa iniziativa è anche confermata dall'indagine 2013 di AlmaLaurea sulla condizione occupazionale dei laureati di corsi di laurea triennali, che riconosce infatti come l'esperienza di stage maturata durante gli studi si associa, già nei primi 12 mesi successivi al conseguimento della laurea, ad un significativo vantaggio in termini occupazionali. Dai risultati delle indagini occupazionali dei laureati condotte nell'ambito dell'iniziativa interuniversitaria STELLA (fino al 2014) e da AlmaLaurea (dal 2015), risulta che il tasso di occupazione dei laureati in *Data Science and Business Informatics* è uno dei più alti fra le lauree magistrali dell'Università di Pisa.

---

## Attività di ricerca rilevante

Il corso di studio viene promosso da docenti dell'Università di Pisa che afferiscono ai seguenti dipartimenti:

- Il *Dipartimento di Informatica* (dipartimento erogante) si avvale di 23 professori ordinari, 17 professori associati, 17 ricercatori. La maggioranza dei docenti del Dipartimento di Informatica (19 ordinari, 15 associati, 14 ricercatori) afferisce al settore scientifico disciplinare INF/01 Informatica. All'interno del Dipartimento è anche coperto il settore MAT/09 Ricerca Operativa (3 ordinari, 1 associato e 2 ricercatori). Il Dipartimento di Informatica è sede amministrativa di un Dottorato di Ricerca in Informatica, offerto in collaborazione con l'Università di Firenze e l'Università di Siena.
- Il *Dipartimento di Economia e Management* si avvale di 27 professori ordinari, 28 professori associati e 19 ricercatori. I docenti del Dipartimento afferiscono ai settori scientifici disciplinari dell'area economico-statistica (SECS-P/\*, SECS-S/\*). Il Dipartimento di Economia e Management è sede amministrativa di un Dottorato di Ricerca in Economia Aziendale e Management, offerto in collaborazione con l'Università di Firenze e l'Università di Siena.

Il corso di studio usufruisce inoltre del contributo di docenti:

- del *Consiglio Nazionale delle Ricerche*, in particolare dell'*Istituto di Scienze e Tecnologie dell'Informazione* di Pisa;
- del *Dipartimento di Ingegneria dell'Energia, dei Sistemi, del Territorio e delle Costruzioni*, per la copertura di insegnamenti del settore ING-IND/35 Ingegneria Economico-Gestionale;
- del *Dipartimento di Giurisprudenza*, per la copertura di insegnamenti del settore IUS/05 Diritto dell'economia;
- e della *Scuola Superiore S. Anna*, per la copertura di insegnamenti del settore IUS/02 Diritto privato comparato.

I docenti del corso di studio sono impegnati in attività di ricerca coerenti, rilevanti e necessarie rispetto agli obiettivi formativi del corso stesso. In particolare, sono coperte le seguenti aree di ricerca:

- Sistemi informatici operazionali. Teorie, tecniche, linguaggi, architetture e sistemi per basi di dati e XML.

- Sistemi informatici direzionali. Teorie, tecniche, linguaggi, architetture e sistemi di *Data Science* e *Business Intelligence* per l'analisi di grandi quantità di dati (*Data warehouse, Data mining, Big Data, Text mining*).
- Machine learning e Artificial Intelligence. Teorie, algoritmi e applicazioni di apprendimento automatico (deep learning, reinforcement learning, learning for structured/complex data, pattern recognition, natural language processing).
- Processi e servizi aziendali sul Web. Teorie, tecniche, linguaggi, architetture e sistemi per processi aziendali e la programmazione e coordinamento di servizi inter-aziendali.
- Modelli e metodi per le decisioni nei sistemi logistici. Modelli matematici ed algoritmi per problemi di produzione, trasporto e distribuzione.
- Teorie economiche della domanda e dell'equilibrio economico generale, economia internazionale, programmazione e controllo, analisi dei sistemi informativi e di controllo, competitive intelligence, econofisica.

La natura multidisciplinare del corpo docente con un mix di competenze culturali, scientifiche e tecnologiche all'avanguardia permette di guidare gli studenti all'interno di percorsi formativi professionalizzanti altamente qualificati con competenze multidisciplinari notevolmente richieste nel mondo del lavoro.

---

# Courses in English for AY 2021/22

This appendix reports the syllabus of the courses offered in English as well as the links to the official program page (see [esami.unipi.it](http://esami.unipi.it)) and the web page of each course.

## A.1 Compulsory subjects

### **Business process modeling (295AA) (6 ECTS)**

*Semester:* 1

*Contact Person:* Prof. Roberto BRUNI ([bruni@di.unipi.it](mailto:bruni@di.unipi.it))

*Program Page:* [esami.unipi.it](http://esami.unipi.it)

*Web Page:* [didawiki.di.unipi.it/doku.php/magistraleinformaticaeconomia/mpb/](http://didawiki.di.unipi.it/doku.php/magistraleinformaticaeconomia/mpb/)

#### *Objectives*

The course presents techniques for Business Analytics according to the process-driven view of Business Process Modeling. It presents the main concepts and problematic issues related to the process management, where processes are understood as workflow over some basic activities, and to show some of the languages, conceptual models and tools that can help to handle the main problems in a proper way. During the course, the students will become acquainted with the technical terminology of the area, with several rigorous models that can be used to structure and compose processes, with the logical properties that such processes can be required to satisfy and with specific analysis and verification techniques. Moreover they will be given the possibility to experiment with some advanced tools for the design and analysis of business processes.

#### *Syllabus*

- Introduction to Key Issues in Business Process Management.
- Terminology and Classification.
- Process Modeling. Conceptual Models and Levels of Abstraction.
- Rigorous Workflow Models: Petri Nets and Workflow Nets.
- Tool-supported Workflow Design and Analysis: Experimentation with Integrated Tools for Business Process Design, Analysis and Verification.

**Data mining (420AA) (12 ECTS)**

*Semester:* 1, 2

*Contact Person (1st sem.):* Prof. Dino PEDRESCHI (pedre@di.unipi.it)

*Contact Person (2nd sem.):* Prof. Riccardo GUIDOTTI (riccardo.guidotti@unipi.it)

*Program Page:* esami.unipi.it

*Web Page:* didawiki.di.unipi.it/doku.php/dm/

*Objectives*

Recent tremendous technical advances in processing power, storage capacity, and interconnectivity are creating unprecedented quantities of digital data. Data mining, the science of extracting useful knowledge from such huge data repositories, has emerged as an interdisciplinary field in computer science. Data mining techniques have been widely applied to problems in industry, science, engineering and government, and it is believed that data mining will have profound impact on our society. The course is divided into two modules. The first presents an introduction to the basic concepts of data mining and the knowledge discovery process, and associated analytical models and algorithms. The second module provides an account of advanced techniques for analysis and mining of novel forms of data, and the main application areas and prototypical case studies.

*Syllabus*

Module 1: Foundations

- Concepts of Data Mining and the Knowledge Discovery Process.
- Data Preprocessing and Exploratory Data Analysis.
- Frequent Patterns and Associations Rules.
- Classification: Decision Trees and Bayesian Methods.
- Cluster Analysis: Partition-based, Hierarchical and Density-based Clustering.
- Experiments with Data Mining Toolkits.

Module 2: Advanced topics and applications

- Mining Time-Series and Spatio-Temporal Data.
- Mining Sequential Data, Mining Large Graphs and Networks.
- Advanced Association, Correlation and Frequent Pattern Analysis.
- Advanced Classification, Cluster Analysis and Outlier Detection.
- Data Mining Languages, Standards and System Architectures.
- Ethical aspects of data mining.
- Privacy-Preserving Data Mining.
- Applications: Retail Industry, Marketing, CRM, Telecommunication Industry, Financial Data Analysis, Risk Analysis, Fraud Detection, Mobility and Transportation, Public Administration and Health.



**Decision support databases (662AA) (6 ECTS)**

*Semester:* 1

*Contact Person:* Prof. Salvatore RUGGIERI (ruggieri@di.unipi.it)

*Program Page:* esami.unipi.it

*Web Page:* didawiki.di.unipi.it/doku.php/mds/dsd/

*Objectives*

The course presents the main approaches to the design and implementation of decision support databases, and the characteristics of business intelligence tools and computer based information systems used to produce summary information to facilitate appropriate decision-making processes and make them more quick and objectives. Particular attention will be paid to themes such as conceptual and logical Data Warehouses design, data analysis using analytic SQL, algorithms for selecting materialized views, data warehouse systems technology (indexes, star query optimization, physical design, query rewrite methods to use materialized views). A part of the course will be dedicated to a set of case studies.

*Syllabus*

- Information systems and computer-based information systems in organizations.
- Decision Support System Based on Data Warehouses.
- Data Models for Data Warehouses and On-line Analytical Processing.
- Conceptual and logical design in Data Warehouses.
- Algorithms for Selecting Materialized Views.
- Data Warehouse Systems Technology: Indexes, Star Query Optimization,
- Physical Design, Query Rewrite Methods to Use Materialized Views.
- Case studies.

**Laboratory of data science (664AA) (6 ECTS)**

*Semester:* 1

*Contact Person:* Prof. Anna MONREALE (annam@di.unipi.it)

*Program Page:* esami.unipi.it

*Web Page:* didawiki.di.unipi.it/doku.php/mds/lbi/

*Objectives*

The course presents techniques for Business Analytics according to the data-driven view of Data Science and Business Intelligence. It presents technologies and systems for data access, for building and analyzing data warehouses, for reporting, and for knowledge discovery in databases. The accent of the module is on the use of tools and on the analysis of application problems by means of non-trivial samples and case studies. The student will be aware and able to manage the main technologies of Data Science and Business Intelligence, specifically software products for effective decision support.

*Syllabus*

- Introduction: Tools for Data Science and Business Intelligence.
- Data Access. Location, Format and API for Accessing Data in Text Files. Standards for Data Connectivity.
- Extract Transform and Load. Tool for ETL. Case studies.
- Data Warehousing and OLAP. Tools for Dimensional Modeling. Case Studies.
- Tools for Reporting and Multidimensional Browsing. Case Studies
- Data Mining. Tools for Knowledge Discovery. Case Studies.

**Logistics (255AA) (6 ECTS)**

*Semester:* 1

*Contact Person:* Prof. Maria Grazia SCUTELLA' (scut@di.unipi.it)

*Program Page:* esami.unipi.it

*Web Page:* didawiki.di.unipi.it/doku.php/magistraleinformaticaeconomia/log/

*Objectives*

The course presents the structure and functions of logistics systems, analyzing major decision problems arising in the medium/long term (tactical/strategic decisions). After an introduction to the main characteristics of logistics systems, with emphasis on distribution logistics, optimization models for decision support are discussed. Some relevant models and methods are then illustrated with the aid of appropriate software tools, and logistics case studies are presented.

*Syllabus*

- Introduction to Supply Chain.
- Models and Methods for Location Problems.
- Models and Methods for Transportation Problems.
- Models and Methods for the Design and Management of Distribution Centers.
- Models and Methods for Inventory Management.

## A.2 Elective subjects from the GR1 group

### **Advanced databases (641AA) (9 ECTS)**

*Semester:* 2

*Contact Person:* Prof. Giorgio GHELLI (ghelli@di.unipi.it)

*Program Page:* esami.unipi.it

*Web Page:* [www.di.unipi.it/~ghelli/bd2/bd2.eng.html](http://www.di.unipi.it/~ghelli/bd2/bd2.eng.html)

#### *Objectives*

The course provides advanced technical knowledge of the main issues related to the implementation and performance optimization of both classical centralized relational database systems for operational and OLAP processing and of recent advances in non-relational data models (columnar, document, key-value, graph) and scalable distributed architectures.

#### *Syllabus*

- Internals of relational database management systems.
- Optimizations of Data Warehousing management systems and On-Line Analytical Processing.
- Extract-Transform-Load and query/reporting in OLAP systems.
- Beyond SQL: NoSQL data management systems for big data.
- Distributed data processing and the Map-Reduce paradigm.

**Big data analytics (599AA) (6 ECTS)**

*Semester:* 1

*Contact Person:* Prof. Luca PAPPALARDO (luca.pappalardo@isti.cnr.it)

*Program Page:* esami.unipi.it

*Web Page:* didawiki.di.unipi.it/doku.php/bigdataanalytics/bda/

*Objectives*

In our digital society, every human activity is mediated by information technologies. Every minute, an avalanche of “big data” is produced by humans, consciously or not, that represents a novel, accurate digital proxy of social activities at global scale. Big data provide an unprecedented “social microscope”, a novel opportunity to understand the complexity of our societies, and a paradigm shift for the social sciences. This course is an introduction to the emergent field of big data analytics and social mining, aimed at acquiring and analyzing big data from multiple sources to the purpose of discovering the patterns and models of human behavior that explain social phenomena. The focus is on what can be learnt from big data in different domains: mobility and transportation, urban planning, demographics, economics, social relationships, opinion and sentiment, etc.; and on the analytical and mining methods that can be used. An introduction to scalable analytics is also given, using the “map-reduce” paradigm.

*Syllabus*

Big data sources

- Open (linked) data, Web activity data, Social network data, Social media data, Mobile phone data, Navigation GPS data, Commercial transaction data, Tourism-related data, Crowdsourcing / crowdsensing.

Big data analytics and social mining methods for:

- the discovery of individual social profiles.
- the analysis of collective behavior.
- the discovery of emotional content of text and sentiment analysis.

Big data analytics domains

- Mobility and transportation.
- Nowcasting of socio-economic indicators of progress, happiness, etc.
- Twitterology and nowcasting of social mood and trends.
- Tourism.

Ethical issues of big data analytics.

- Privacy and personal data protection.
- Privacy-preserving analytics.
- Social responsibility of data scientists.

Scalable data analytics

- Paradigms of NO-SQL databases.
- Data analysis processes with the “map-reduce” paradigm.

**Distributed data analysis and mining (687AA) (6 ECTS)**

*Semester:* 1

*Contact Person:* Prof. Roberto TRASARTI (roberto.trasarti@isti.cnr.it)

*Program Page:* esami.unipi.it

*Web Page:* didawiki.di.unipi.it/doku.php/mds/ddam/

*Objectives*

Mining with big data or big data mining has become an active research area. Running current analytical methodologies and software tools on a single personal computer cannot efficiently deal with very large datasets. Distributed computing platforms are a scalable solution for big data mining, obtained by dividing a large problem into smaller ones that are concurrently solved by many single processor/machine. This course aims at teaching the basic theoretical concepts behind the MapReduce distributed computing paradigm, and Hadoop in particular, and at building expertise in the practical usage of high performance computing tools for data engineering, analysis and mining. In particular the students will learn how the classical data mining algorithms can be applied on Big Data using Hadoop (Spark). Real (and open source) datasets will be used to present examples and to let the students build their own projects. Half of the lessons will consists of practice (Lab), and half of lectures.

*Syllabus*

- Motivations: Distributed Data Mining in a Big Data Scenario
- Recall parallel and distributed computing notions
- Introduction to Hadoop
- Hadoop Ecosystem
- Interacting with HDFS (LAB)
- Map-Reduce Programming Patterns
- Recall Python programming (LAB)
- Basic Spark (LAB)
- Data Analysis with Spark (LAB)
- Data Mining and Machine Learning with Spark (LAB)
- SparkSQL (LAB)
- Example on how to prepare a project
- Real Case Studies

**Information retrieval (289AA) (6 ECTS)**

*Semester:* 1

*Contact Person:* Prof. Paolo FERRAGINA (paolo.ferragina@unipi.it)

*Program Page:* esami.unipi.it

*Web Page:* didawiki.di.unipi.it/doku.php/magistraleinformatica/ir/

*Objectives*

Study, design and analysis of IR systems which are efficient and effective to process, mine, search, cluster and classify documents, coming from textual as well as any unstructured domain. In the lectures, we will:

- study and analyze the main components of a modern search engine: Crawler, Parser, Compressor, Indexer, Query resolver, Query and Document annotator, Results Ranker;
- dig into some basic algorithmic techniques which are now ubiquitous in any IR application for data compression, indexing and sketching;
- describe few other IR tools which are used either as a component of a search engine or as independent tools and build up the previous algorithmic techniques, such as: Classification, Clustering, Recommendation, Random Sampling, Locality Sensitive Hashing.

*Syllabus*

- Search engines.
- Crawling, Text analysis, Indexing, Ranking.
- Storage of Web pages and (hyper-)link graph.
- Results processing and visualization.
- Other data types: XML, textual DBs.
- Data processing for IR tools.
- Data streaming.
- Data sketching.
- Data compression.
- Data clustering (sketch).

**Machine learning (654AA) (9 ECTS)**

*Semester:* 1

*Contact Person:* Prof. Alessio MICHELI (micheli@di.unipi.it)

*Program Page:* esami.unipi.it

*Web Page:* pages.di.unipi.it/micheli/DID/

*Objectives*

We introduce the principles and the critical analysis of the main paradigms for learning from data and their applications. The course provides the Machine Learning basis for both the aims of building new adaptive Intelligent Systems and powerful predictive models for intelligent data analysis.

*Syllabus*

- Computational learning tasks for predictions, learning as function approximation, generalization concept.
- Linear models and Nearest-Neighbors (learning algorithms and properties, regularization).
- Neural Networks (MLP and deep models, SOM).
- Probabilistic graphical models.
- Principles of learning processes: elements of statistical learning theory, model validation.
- Support Vector Machines and kernel-based models.
- Introduction to applications and advanced models.
- Application project: implementation and use of ML/NN models with emphasis to the rigorous application of validation techniques.



**Programmatic advertising (634AA) (6 ECTS)**

*Semester* 1

*Contact Person* Prof. Nicola CIARAMELLA (ciaramella@noesis-research.com)

*Program Page:* esami.unipi.it

*Web Page:* didawiki.di.unipi.it/doku.php/mds/pa/

*Objectives*

The course aims at providing students with a conceptual framework and a toolbox for optimization of online advertising campaigns (inside sites, apps, games). At the end of the course the student should be able to design and possibly implement real-life systems for optimization of campaigns performance, intended in financial and marketing terms. The required mathematical background is limited to basic differential calculus and probability theory. The treatment is quantitative and concepts will be translated in formulas and algorithms. Nevertheless, focus will be on intuition and business meaning more than on formal rigor.

*Syllabus*

- The online advertising ecosystem. Advertisers, publishers, business intermediaries, technology providers, data providers. Trends and Programmatic Advertising.
- Online advertising campaign management: design, targeting, creation, monitoring, optimization and reporting.
- Data about people and their behavior. Classical segmentation, micro-segmentation, one-to-one relationships. Data management platforms.
- The publisher problem. Basic micro-economic concepts and decision theory: expected utility, marginal utility, pricing, decision trees, value of information, risk and uncertainty, opportunity cost, equilibrium and optimality.
- The advertiser problem. Market segmentation, customer profiling. The advertisers-publishers game.
- Forecasting visitors and campaigns behavior. Classical methods: linear regression, logistic regression, time series analysis. Factorization methods. Markovian methods.
- Learning and optimization. Facing uncertainty. The Exp-Exp dilemma. Multi-armed bandits. Reinforcement learning.

**Social network analysis (668AA) (6 ECTS)**

*Semester:* 2

*Contact Person:* Prof. Dino PEDRESCHI (pedre@di.unipi.it)

*Program Page:* esami.unipi.it

*Web Page:* elearning.di.unipi.it/course/view.php?id=211

*Objectives*

Over the past decade there has been a growing public fascination with the complex “connectedness” of modern society. This connectedness is found in many contexts: in the rapid growth of the Internet and the Web, in the ease with which global communication now takes place, and in the ability of news and information as well as epidemics and financial crises to spread around the world with surprising speed and intensity. These are phenomena that involve networks and the aggregate behavior of groups of people; they are based on the links that connect us and the ways in which each of our decisions can have subtle consequences for the outcomes of everyone else. This short course is an introduction to the analysis of complex networks, with a special focus on social networks and the Web - its structure and function, and how it can be exploited to search for information. Drawing on ideas from computing and information science, applied mathematics, economics and sociology, the course describes the emerging field of study that is growing at the interface of all these areas, addressing fundamental questions about how the social, economic, and technological worlds are connected.

*Syllabus*

Graph theory and social networks

- Graphs.
- Social, information, biological and technological networks.
- Strong and weak ties.
- Networks in their surrounding context.

The World Wide Web

- The structure of the Web.
- Link analysis and Web search.
- Web mining and sponsored search markets.

Network dynamics

- Information cascades.
- Power laws and rich-get-richer phenomena.
- The small-world phenomenon.
- Epidemics.

**Technologies for web marketing (537AA) (6 ECTS)**

*Semester:* 2

*Contact Person:* Prof. Lucia PASSARO (lucia.passaro@unipi.it)

*Program Page (previous year):* esami.unipi.it

*Web Page:* not available yet

*Objectives*

Web analytics is the collection, measurement, analysis and reporting of Internet data (web, mobile, social media, email) for purposes of deep customer and market understanding and for digital service optimization. The course presents web analytics methods, algorithms, strategies and tools with applications to web personalization for improving user experience, to web marketing and advertising for improving visibility, to search engine optimization for improving ranking, and social media analysis for improving reachability and understanding opinions. Students are required to know basic data mining and data warehousing concepts.

*Syllabus*

- The mobile web.
- Tools: Google analytics.
- Web personalization and user segmentation.
- Recommender systems: collaborative filtering, content based, hybrid.
- Controlled experiments on the web.
- Search engine optimization and marketing.
- Social media analysis.
- Social media scoring and marketing.
- Real time analytics.
- Privacy, profiling and regulations.

**Text analytics (635AA) (6 ECTS)**

*Semester:* 1

*Contact Person:* Prof. Andrea ESULI (andrea.esuli@cnr.it)

*Program Page:* esami.unipi.it

*Web Page:* didawiki.di.unipi.it/doku.php/mds/txa/

*Objectives*

The course targets text analytics systems and applications to respond to business problems by discovering and presenting knowledge that is otherwise locked in textual form. The objective is to learn to recognize situations in which text analytics techniques can solve information processing needs, to identify the analytic task/process that best models the business problem, to select the most appropriate resources methods and tools, to collect text data and apply such methods to them. Several applications context will be presented: information extraction, sentiment analysis (what is the nature of commentary on an issue), spam and fake posts detection, quantification problems, summarization, etc.

*Syllabus*

- Disciplinary background: Natural Language Processing, Information Retrieval and Machine Learning.
- Mathematical background: Probability, Statistics and Algebra.
- Linguistic essentials: words, lemmas, morphology, PoS, syntax.
- Basic text processing: regular expression, tokenisation.
- Data gathering: twitter API, scraping.
- Basic modelling: collocations, language models.
- Libraries and tools: NLTK, Keras.
- Applications:
  - Classification/Clustering
  - Sentiment Analysis/Opinion Mining
  - Information Extraction/Relation Extraction
  - Entity Linking
  - Spam Detection: mail spam & phishing, blog spam, review spam.

**Visual analytics (602AA) (6 ECTS)**

*Semester:* 2

*Contact Person:* Prof. Salvatore RINZIVILLO (rinzivillo@isti.cnr.it)

*Program Page:* esami.unipi.it

*Web Page:* didawiki.di.unipi.it/doku.php/magistraleinformaticaeconomia/va/

*Objectives*

The availability of large data sources provides new opportunities for understanding patterns and behaviors of modern society. The information from these sources requires effective visualization methods to extract meaningful information from the data and facilitate the interpretation of very complex phenomena. The objective of the course is to present an overview of basic methods and visualization techniques for effective presentation of information from different sources: structured data (relational hierarchies, trees), relational data (social networks), temporal data, spatial data and data space-time. We will present and discuss several case study scenarios with the existing methods and tools.

*Syllabus*

Visual Metaphors for Information

- Hierarchical and structured data.
- Relational and graph-based data.
- Temporal Data.
- Spatial data.
- Spatio-temporal data.
- Unstructured information (text).

Methods and Tools

- Overview of existing visual analytics environments.

Visual Analytics Process

- Definition of a Knowledge Discovery process.
- Framework for VA.
- Visual exploration and analytics of data.
- Case studies.

### A.3 Elective subjects from the GR2 group

#### **Fundamentals of business management (627PP) (9 ECTS)**

*Semester:* 1

*Contact Person:* Prof. Riccardo GIANNETTI (riccardo.giannetti@unipi.it)

*Web Page:* moodle.ec.unipi.it

#### *Objectives*

The course is designed to introduce students from different backgrounds (especially from STEM disciplines) to the most relevant topics and concepts characterizing business management, and to provide them with the ability to apply business management knowledge to practical tasks. The topics proposed are relevant to a variety of application sectors, and cover both theoretical concepts and relevant managerial implications. The course will also introduce students to the basic concepts of financial and managerial accounting, including concepts of costs, volumes and profits, and their relationships, budgeting, performance measurement and evaluation. Students will increase their familiarity with the accounting process, and will learn to read and understand financial statements. The course will also discuss the economics and management of strategic decisions and human capital.

#### *Syllabus*

- The firm and the market
- What is a firm?
- Theories of the firm
- The firm as a sustainable system
- Where does a firm work, interact and evolve?
- Value creation and firm's objectives
- The competitive advantage and the entry strategies
- The firm's functions
- Production, Research & Development, Accounting, Finance, Innovation
- Processes and techniques of marketing
- Operations management
- Procurement and logistics
- Finance
- Principles of financial accounting and budget
- Firm's value, finance and capital structure
- Resources management, strategy, business models
- Economics and management of strategic decisions
- Governance, networking and strategic collaboration
- Human resources management practices

*Important notice:* for the A.Y. 2021/22 this course will be mapped to the *Management and fundamentals of accounting* (12 ECTS, 581PP) course of the *Bachelor in Economics*. The teacher will instruct on the part of the course program relevant for students of Data Science and Business Informatics.

*Notice:* this course and *Economia Aziendale II* cannot be both present in the study plan. Moreover, this course cannot be chosen if the student bachelor is from the *Economics* area.

#### **Legal issues in data science (381NN) (6 ECTS)**

*Semester:* 2

*Contact Person:* Prof. Giovanni COMANDE' (giovanni.comande@sssup.it)

*Program Page:* esami.unipi.it

*Web Page:* TBA

#### *Objectives*

The digital economy and the digital society harness the power of big data, computational capacity, innovation and interconnection. Every human activity is mediated by information technologies. Today's technologies enable unprecedented exploitation of information, being it small or big data, for any thinkable purpose, but mostly in business and surveillance with the ensuing legal and ethical anxieties and constraints. Algorithms are regularly used for mining data, offering unexplored patterns and deep non-causal analyses to those businesses able to exploit these advances. Yet, these innovations need to be properly framed in the existing legal background, fit in the existing set of guarantees of fundamental rights and freedoms, coherently policy related to reap the richness of big and open data and administration while empowering equally all players. For these aims data protection plays a significant role. The course aims at enabling students to work on algorithms and data mining techniques in ways that are compliant to the applicable legal framework and aware of the interplay between techniques and normative rules.

#### *Syllabus*

The Algorithmic Society: the Classifying Society

- Background and Overview, Surveillance Society
- Big Other, Networks of Control, Predicting Behavior
- People Analytics, Behavioural “Nudging”
- New Emerging Human Rights in the age of Behavioral Data Science and Neurotechnologies
- Towards “Mental Privacy” and “Decision Integrity”
- Legal and ethical implication of computational capacity.

Building Legally-Compliant Algorithms:

- Legal Pitfalls of Algorithms, The Problems of Personalization, Data Handling & Sharing,
- Deploying Algorithms for Human Rights: Complications & Challenges
- Classification of Algorithms in the Information Society
- Legal Implications and Business Applications, Exploitation of Public Sector Data
- Competition Law in the Age of Algorithms, Transparency
- Accountability and traceability of algorithm based decision-making
- Accountability in the Machine Learning Context
- Technical and Legal Options to Enhance Transparency & Accountability
- Legal Liability for Algorithm Autocomplete (ISP Liability)
- Open Data Governance, Data Ethics.

General principles of privacy law: The American approach, The European approach.

The General Data Protection Regulation:

- Notions and principles, GDPR global reach and compliance
- Google Spain Decision
- Invalidation of Data Retention Directive (US Safe Harbour Decision)/Schrems.

Privacy in operation

- Privacy-by-Design, GDPR Solutions: The Right to an Explanation, etc.
- Notions of Privacy in the Algorithmic Age, Privacy from the Government
- Surveillance Capitalism, Governance by Proxy, Privacy from Private Entities
- Privacy from Platforms, Privacy from Employers, Privacy from our Devices (IoT).

Comparative Perspectives & Crossborder Issues:

- Comparative Privacy and security Regimes: GDPR vs. USA
- Comparative Privacy and security Regimes: GDPR vs. China.

**Management practice (629PP) (6 ECTS)**

*Semester:* 2

*Contact Person:* Prof. Cristina MARULLO (cristina.marullo@santannapisa.it)

*Web Page:* esami.unipi.it

*Objectives*

This advanced course aims at providing students with knowledge of the main topics and management practices characterizing today's competitive environment. A special emphasis will be put on the role of enabling technologies and on management practices in innovative firms. The course will also introduce students to entrepreneurial practices in information science (how to develop and bring to the market new products and services based on embedded systems and high-tech solutions).

*Syllabus*

- 1) The innovative firm: theoretical concepts and management implications
  - Knowledge, invention and innovation.
  - Technological paradigms: nature and evolution.
  - Sources of innovation.
  - Innovation typologies and dynamics.
  - Innovation diffusion and market barriers.
  - The innovative firm: resources, competencies and boundaries.
  - Quantitative indicators of innovative activities.
  - Innovation and firm growth.
  - The geography of R&D: knowledge and innovation.
  - Entrepreneurial practices in information science.
- 2) Management practices and enabling technologies
  - Technological paradigms in information science.
  - Architecture machine (r)evolution and firms' organization.
  - Software (r)evolution and firms' key competencies evolution.
  - Network (r)evolution and firms' boundaries.
  - AI (r)evolution and Industry 4.0.



**Model-driven decision-making methods (666AA) (6 ECTS)**

*Semester:* 2

*Contact Person:* Prof. Antonio FRANGIONI (frangio@di.unipi.it)

*Program Page:* esami.unipi.it

*Web Page:* groups.di.unipi.it/optimize/Courses/MDBsM/2021/

*Objectives*

The course will enable the student to produce and/or appropriately use software tools for the support to complex decisions (mainly at the corporate/industrial level) based on mathematical optimization techniques. The course is focussed on practical aspects of these tools. The main aim is to familiarize the students with the specific computer science aspects of these activities, such as data preparation and validation, the development of complex mathematical models, the knowledgeable use of the corresponding solution algorithms, the impact on this process of data uncertainty and the available methodologies to tackle this problem.

*Syllabus*

- Decision theory, decision processes.
- Architecture of decision support systems.
- Reminds to the theory of Linear Programming and Integer Linear Programming problems.
- Solvers of Linear Programming and Integer Linear Programming problems.
- Methodologies for improving performances of the algorithms.
- Data uncertainty issues within optimization methods.

**Project design & management for data science (1075I) (6 ECTS)**

*Semester:* 1

*Contact Person:* Prof. Filippo CHIARELLO (filippo.chiarello@unipi.itt)

*Web Page:* esami.unipi.it

*Objectives*

The goal of the course is to introduce students to practical tools and methods to design and manage data science driven projects. Students will learn and apply tools coming from design theory, to be used in every DS phase, from problem understanding to results communication. The course will fill the existing gap in students' competences, to be able to structure unstructured problems, similarly to what they will be asked in their future job positions. Each topic will teach the students a clear tool to be used from day 1 in their projects. The course will end with a series of "Design for" lessons to place the content in a specific context (i.e. I4.0, sustainability, equality).

*Syllabus*

Project design module:

- Soft Skills: what they are and why are they important for a DS project.  
The concept of not-so-soft skills.
- Business Problem Identification: Types of business problems, sources for business problems identification.
- Research Questions Design: Types of RQs, writing proper RQs.
- Problem Setting: From questions to problems.
- Problem Solving: Tools and techniques for problem solving.
- Project Scoping: Define the scope of the analysis. Definition of stopping criteria.
- Goal Design: How to define goals.
- Measures Design: Process Indicators VS Result Indicators.
- Information Retrieval: Find the right information [Query Design].
- Team Design: Find and mix the right competencies for a DS Project [Bloom's Taxonomy].
- Design for I.4.0: what is industry 4.0, the main technologies, future developments.
- Design for Sustainability: how data can be used to design green products.
- Design for Gender Equality: avoid gender biases in DS.  
The case of biased AI systems.
- Design for post COVID-19 world: How COVID-19 is reshaping DS.

Project management module:

- Fundamentals: projects and processes.
- Project planning and WBS.
- Scheduling techniques [GANTT, PERT, CPM].
- Project costing estimation.
- SCRUM & Agile methodologies for data science projects.

#### **Statistics for data science (628PP) (9 ECTS)**

*Semester:* 2

*Contact Person:* Prof. Salvatore RUGGIERI (ruggieri@di.unipi.it)

*Program Page:* esami.unipi.it

*Web Page:* didawiki.di.unipi.it/doku.php/mds/sds/

#### *Objectives*

The course presents the main concepts and techniques of probability, statistics, and time series, which can be useful for the data analysis and data science. After consolidating the knowledge in probability theory, the course is aimed at presenting the main methods and concepts of estimation theory and hypothesis testing. The second part of the course focuses on statistical inference and validation of core data processing tasks and machine learning models. Advanced topics will cover stochastic processes and time series, focusing on the ARMA framework and Markov chains. The theoretical notions are interleaved with exercises and project work using the R programming language.

#### *Syllabus*

- Brief review on probability theory, random variables and convergence theorems for sequences of random variables.
- Exploratory data analysis: graphical and numerical summaries.
- Basic statistical models.
- The bootstrap method.
- Estimation: unbiased estimators, efficiency and mean squared error, maximum likelihood, expectation maximization.
- Least squares estimation and regression.
- Confidence intervals and hypotheses testing.
- Sampling and imputation methods.
- Categorical data and inference for contingency tables.
- Classifier error rate estimation and calibration.
- Noise and robust statistics.
- Bayesian inference.
- Causal inference: structured causal model, potential outcome model.
- Brief introduction to stochastic processes and linear time series analysis.
- Markov Chains and Monte Carlo Markov Chain.

*Important notice:* the course *Statistical methods for data science* (500PP) (6 ECTS) has been discontinued since A.Y. 2021/22. Students with such a course in their study plan can contact the teacher for instructions on how to map to *Statistics for data science*.

**Strategic and competitive intelligence (787II) (6 ECTS)**

*Semester:* 2

*Contact Person:* Prof. Antonella MARTINI (a.martini@ing.unipi.it)

*Program Page:* esami.unipi.it

*Web Page:* didawiki.di.unipi.it/doku.php/mds/sci/

*Objectives*

CI programs have goals such as proactively detecting opportunities or threats, eliminating or reducing blind-spots, risks and/or surprises; and reducing reaction time to competitor and marketplace changes. The end product of any worthwhile CI activity is what practitioners term *actionable intelligence*, i.e. intelligence that management can act upon. It is more than analysing competitors: it is a process for gathering information, converting it into intelligence (about products, customers, competitors, and any aspect of the environment) and then using it in decision making. In this sense, big data brings big change to CI. The course includes in-class seminars that introduce the fundamentals of competitive intelligence, including systems and strategic thinking. It provides many tools and techniques. Students will apply these tools in groups when analysing a preselected case company. They are expected to present early stage versions of their reports and, in the final workshop, they will present the results of their CI analysis, which is then discussed in plenary.

*Syllabus*

Part 1: Foundations of competitive intelligence

- Systems thinking for management.
- CI process.
- Sources and collection techniques.
- CI professionals.

Part 2: Competitor and Market intelligence tools

- Competitive benchmarking (to assess competitive cost of operations, to analyze the true capabilities of a rival, as well as its immediate future actions).
- Early warnings and blindspots.
- Business ecosystems (value network analysis).
- Advanced tools: scenario analysis, war gaming.

Part 3: Technology intelligence tools

- Intellectual Property Rights and patenting activity.
- Patent analysis and Bibliometrics analysis.
- Technology foresight.

## A.4 Elective subjects from the GR3 group

### **Algorithms and data structures for data science (751AA) (9 ECTS)**

*Title in English:* Algorithms: Theory and practice

*Semester:* 2

*Contact Person:* Prof. Rossano VENTURINI (rossano.venturini@unipi.it)

*Program Page:* esami.unipi.it

*Web Page:* rossanoventurini.github.io/teaching/

#### *Objectives*

The course introduces basic data structures and algorithmic techniques that allow students to solve computational problems on the most important data types, such as sequences, sets, trees, and graphs. The lectures will be complemented by an intensive activity in laboratory. Students will experiment with algorithms and data structures by writing their own implementations or by using third-party libraries. The goal of the class is to enable students to design and implement efficient algorithms, choosing the most appropriate solutions in their future projects.

#### *Syllabus*

- Introduction and basic definitions: algorithm, problem, instance.
- Computational complexity analysis of algorithms.
- Sorting: Mergesort, Quicksort and Heapsort.
- Searching: Binary Search, Binary Search Tree, Trie, and Hashing.
- Algorithms on Trees: representation and traversals.
- Algorithms on Graphs: representation, traversals, and most important problems.
- External memory model: sorting and searching.

**Databases (765AA) (6 ECTS)**

*Semester:* 2

*Contact Person:* Prof. Giorgio GHELLI (ghelli@di.unipi.it)

*Program Page:* esami.unipi.it

*Web Page:* [www.di.unipi.it/~ghelli/bd1/lucidi.html](http://www.di.unipi.it/~ghelli/bd1/lucidi.html)

*Objectives*

The management of information is the main use of computers in organizations of all types and sizes. Information management is mostly based on data base technology. The aim of the course is to present the features of these systems, in particular the relational ones, their architecture and the principles they are inspired by, from the point of view of application designers.

*Syllabus*

- Data base and database management system: definition and functionalities.
- Database design: conceptual modeling using the object-oriented data model.
- The relational data model.
- Mapping of conceptual schemas onto relational logical schema.
- The SQL language, with a special emphasis on the query sublanguage and its relationship with first order logic.
- Theory of relational database normalization.
- Database implementation: access plans and transaction management.
- NoSQL systems.

**Programming for data science (667AA) (12 ECTS)**

*Semester:* 1-2

*Contact Person (1st sem):* Prof. Franco Maria NARDINI ([francomaria.nardini@isti.cnr.it](mailto:francomaria.nardini@isti.cnr.it))

*Contact Person (2nd sem):* Prof. Laura SEMINI ([laura.semimi@unipi.it](mailto:laura.semimi@unipi.it))

*Program Page:* [esami.unipi.it](http://esami.unipi.it)

*Web Page:* [didawiki.di.unipi.it/doku.php/mds/pds/](http://didawiki.di.unipi.it/doku.php/mds/pds/)

*Objectives*

This is an introductory course to computer programming and related mathematical/logic background for students without a Bachelor in Computer Science or in Computer Engineering. The objective is to smoothly introduce the student to the programming concepts and tools needed for typical data processing and data analysis tasks. The course consists of lectures and practice in computer labs.

*Syllabus*

- Sets, relations, functions, combinatorics, grammars, automata.
- Propositional and first order logic.
- Induction and recurrence relations.
- Imperative programming.
- Object oriented programming.
- Programming stack and development tools.

## A.5 Elective subjects from the Table 2.4 group

The subjects from Table 2.4 of the *Business Economics* area are offered by the Department of Economics and Management. Detailed information will be available at the website:

<https://www.ec.unipi.it/didattica/>

The subjects from Table 2.4 of the *Informatics* area are offered by the Computer Science Master Degree. Detailed information will be available at the website:

[www.di.unipi.it/en/education/mcs](http://www.di.unipi.it/en/education/mcs)

**Important notice:** the timetable of these subjects will not be included in the official timetable of the Data Science and Business Informatics programme. Please, check the website above for timetables.



---

# Corsi in Italiano per l'AA 2021/22

This appendix reports the syllabus of the courses offered in Italian as well as the links to the official program page (see [esami.unipi.it](http://esami.unipi.it)) and the web page of each course.

## B.1 Attività formative a scelta del gruppo GR2

### **Analisi e gestione dei costi\* (265PP) (9 ECTS)**

*Title in English:* Cost Analysis and Management

*Semester:* 2

*Contact Person:* Prof. Riccardo GIANNETTI ([riccardo.giannetti@unipi.it](mailto:riccardo.giannetti@unipi.it))

*Program Page:* [esami.unipi.it](http://esami.unipi.it)

*Web Page:* [moodle.ec.unipi.it](http://moodle.ec.unipi.it)

*Lesson Log:* [unimap.unipi.it/registri/dettregistriNEW.php?re=3311702:::&ri=9747](http://unimap.unipi.it/registri/dettregistriNEW.php?re=3311702:::&ri=9747)

#### *Obiettivi*

Il corso ha lo scopo di approfondire alcuni aspetti della determinazione dei costi e di trattare le principali logiche e tecniche per la gestione dei costi a supporto delle decisioni.

#### *Syllabus*

- L'analisi e la gestione dei costi e il processo decisionale.
- Approfondimenti sull'ActivityBased Costing.
- L'ActivityBased Management.
- La gestione della profittabilità del cliente.
- I costi ambientali.
- I costi della qualità.
- Il target costing.

**Decisioni in situazioni di complessità e di conflitto\* (488AA) (6 ECTS)**

*Title in English:* Decisions, complexity and conflicts

*Semester:* 2

*Contact Person:* Prof. Laura GALLI (laura.galli@unipi.it)

*Program Page:* esami.unipi.it

*Web Page:* elearning.humnet.unipi.it/enrol/index.php?id=3229

*Lesson Log:* <https://unimap.unipi.it/registri/dettregistriNEW.php?re=3312989:::&ri=013986>

*Obiettivi*

Fornire strumenti formali, di tipo sia quantitativo che qualitativo, per affrontare problemi decisionali e gestionali in sistemi complessi di tipo sociale, politico, ambientale o economico. Ci si propone di sviluppare negli studenti e studentesse che seguiranno il corso la capacità di formulare e strutturare, utilizzando un approccio sistemico, un problema, di costruirne dei modelli, di analizzare e valutare le possibili soluzioni alternative, e di gestire le attività necessarie alla messa in atto delle decisioni prese.

*Syllabus*

Problemi e loro strutturazione

- Processi decisionali
- Analisi dei sistemi e pensiero sistemico
- Analisi dinamica dei sistemi.
- Cicli causali, variabili di flusso e di livello.

La Dinamica dei Sistemi

- Il linguaggio della dinamica dei sistemi.
- Livelli, flussi e ritardi.
- Esempi (sostenibilità ambientale, processi di azione-reazione, un modello di "guerra dei prezzi", ...).

Cooperazione, competizione e sfruttamento

- Un modello di produzione ed allocazione di risorse.
- Cenni di teoria dei giochi, equilibrio di Nash.
- Il dilemma del prigioniero.
- La tragedia dei Commons.

"Social Choice" e votazioni

- Ordinamenti e preferenze.
- Metodi di Condorcet e di Borda e loro varianti.
- Il teorema di impossibilità di Arrow e sue conseguenze.
- Il metodo del consenso.

Sistemi elettorali

- Distribuzione dei seggi fra liste e distretti (metodi dei resti, metodi del divisore, ...).
- Definizione dei distretti elettorali.
- Alcuni paradossi.
- Analisi di alcuni sistemi elettorali.

Valutazione di progetti

- Analisi costi benefici: varianti e limiti.
- Analisi costi efficacia.
- Analisi multicriteria.
- Metodo ELECTRE.

Indici e misure

- Qualità, incertezza e soggettività nelle misure.
- Indici di sviluppo.
- Indici di disuguaglianza.
- Indice dello sviluppo umano.

*Note.* L'insegnamento è erogato dal Corso di Laurea Triennale in Scienze per la Pace. Il calendario accademico delle lezioni e degli esami potrebbe differire lievemente.

**Diritto dell'informatica\* (058NN) (6 ECTS)**

*Title in English:* Law and Computer Science

*Semester:* 1

*Contact Person:* Prof.ssa Dianora POLETTI (dianora.poletti@unipi.it)

*Program Page:* esami.unipi.it

*Web Page:* moodle.ec.unipi.it

*Lesson Log:* unimap.unipi.it/registri/dettregistriNEW.php?re=3310580:::&ri=8043

*Obiettivi*

L'avvento delle tecnologie informatiche ha sollevato problemi per la regolamentazione giuridica delle attività compiute loro tramite. Il corso si propone di analizzare queste problematiche, considerando sia le regole giuridiche specifiche per l'era digitale sia la possibilità di impiego del diritto generale. In particolare, il corso si propone di esaminare, tra alcune grandi tematiche del diritto nell'era digitale, quelle più proprie del contesto aziendale, ossia la contrattazione telematica, il documento informatico, il trattamento dei dati personali e le responsabilità in Internet.

*Syllabus*

- Il commercio elettronico. Conclusione, validità, forma e prova del contratto concluso via email e tramite point and click: applicabilità delle regole generali, deroghe e regole speciali. La Direttiva europea sul commercio elettronico e la sua attuazione: il d.lgs. n. 70/2003. I contratti ad oggetto informatico.
- La tutela del consumatore e il regime delle informazioni in rete: informazioni generali, commerciali e pubblicitarie non sollecitate ("spamming"). Le informazioni pubblicitarie nelle professioni regolamentate.
- La disciplina del trattamento dei dati personali (d.lgs. n. 196/2003). Il trattamento dei dati personali: nozione di trattamento, dato personale, titolare, responsabile, incaricato, interessato. L'informativa e il consenso. Il trattamento effettuato con l'ausilio degli strumenti elettronici. La sicurezza dei dati: il documento programmatico sulla sicurezza e il disciplinare tecnico. Il regime sanzionatorio civile, amministrativo e penale. Il trattamento in outsourcing dei dati personali.
- Firma digitale, firma elettronica e documento informatico: questioni di forma, validità e prova. La posta elettronica certificata. La trasmissione telematica dei documenti. I certificatori.
- I domain names. I nomi di dominio aziendali. Le regole della Registration Authority.
- Gli illeciti in Internet e la responsabilità dei providers.
- La tutela del software. Software libero e software proprietario. Il diritto di autore all'epoca di Internet.
- L'elaboratore e l'adempimento dell'obbligazione: la moneta elettronica e i mezzi di pagamento in Internet.

**Economia aziendale II\* - Corso A - (018PP) (9 ECTS)**

*Title in English:* Business Administration

*Semester:* 1

*Contact Person:* Prof. Riccardo GIANNETTI (rgiannet@ec.unipi.it)

*Program Page:* esami.unipi.it

*Web Page:* moodle.ec.unipi.it

*Lesson Log:* [unimap.unipi.it/registri/dettregistriNEW.php?re=3311699:::&ri=9747](http://unimap.unipi.it/registri/dettregistriNEW.php?re=3311699:::&ri=9747)

*Obiettivi*

L'obiettivo formativo è quello di favorire l'acquisizione di conoscenze di base mirate alla costruzione ed all'interpretazione del bilancio di esercizio, nonché al controllo della gestione aziendale.

*Syllabus*

- Bilancio di esercizio: ruolo e finalità, normativa civilistica, schemi di redazione,
- criteri di valutazione, informazioni integrative diffuse agli stakeholder.
- Dinamiche dei processi di pianificazione e controllo.
- Il ruolo, le finalità e le caratteristiche essenziali dei principali strumenti
- di programmazione e controllo della gestione aziendale, come il budget, i costi,
- l'analisi delle performance.

*Note*

All'inizio delle lezioni verranno riassunti gli elementi utili dell'insegnamento di *Economia Aziendale I*, il quale non fa parte del curriculum di studi della Laurea Magistrale in Data Science and Business Informatics.

Questo corso e *Fundamentals of Business Management* non possono essere entrambi presenti nel piano di studi.

**Economia dei mercati finanziari\* (020PP) (6 ECTS)**

*Title in English:* Economics of financial markets

*Semester:* 1

*Contact Person:* Prof. Davide FIASCHI (davide.fiaschi@unipi.it)

*Program Page:* esami.unipi.it

*Web Page:* moodle.ec.unipi.it

*Lesson Log:* [unimap.unipi.it/registri/dettregistriNEW.php?re=3311253:::&ri=9235](http://unimap.unipi.it/registri/dettregistriNEW.php?re=3311253:::&ri=9235)

*Obiettivi*

Nel corso saranno discussi alcuni dei temi classici dell'economia finanziaria e proposti i metodi quantitativi correntemente utilizzati nella verifica empirica.

*Nota Bene:* L'insegnamento ha anche una versione estesa da 9 CFU che è possibile inserire tra i crediti liberi del proprio piano di studi (codice esame 558PP). Il Contact Person indicherà quale parte del programma viene coperta dalla versione di 6 CFU. Al momento della registrazione prestare attenzione al codice corretto: 020PP per 6 CFU, 558PP per 9 CFU.

**Economia e gestione delle imprese\* - Corso B - (049PP) (9 ECTS)**

*Title in English:* Business Management

*Semester:* 2

*Contact Person:* Prof.ssa Antonella ANGELINI (antonella.angelini@unipi.it)

*Program Page:* esami.unipi.it

*Web Page:* moodle.ec.unipi.it

*Lesson Log:* unimap.unipi.it/registri/dettregistriNEW.php?re=3311794:::&ri=9797

*Obiettivi*

Il corso fornisce gli elementi analitici di base per comprendere il comportamento d'impresa. Tratta le principali tematiche economicomanageriali, le logiche di base e gli strumenti relativi alla gestione strategica delle imprese e all'analisi dell'ambiente competitivo. Gli obiettivi formativi sono:

- Conoscere le principali teorie che spiegano i fattori che influenzano la redditività di impresa.
- Acquisire una conoscenza introduttiva delle dinamiche di organizzazione della produzione industriale, e di come essa sia cambiata nel tempo.
- Acquisire conoscenze di base degli strumenti di marketing che le imprese hanno a disposizione per aumentare la propria competitività.
- Sviluppare o rafforzare la capacità critica e di pensiero individuale. Il corso intende infatti evitare l'apprendimento passivo e acritico dei temi oggetto di studio.

*Syllabus*

Parte I (L'analisi di settore e del sistema competitivo)

- L'analisi di settore.
- L'analisi dei concorrenti.
- I gruppi strategici.
- Le risorse e le competenze nella formulazione strategica.
- L'analisi del vantaggio competitivo (il vantaggio di costo e di differenziazione).

Parte II (L'analisi dell'impresa e delle sue funzioni.

Un focus su produzione e marketing)

- Produzione.
- Strategia innovativa e flessibilità dell'impresa.
- Il modello di flessibilità dei sistemi tecnicoproductivi.
- Marketing.
- Il processo di marketing management.
- La segmentazione del mercato.
- Il marketing mix (prodotto, promozione, distribuzione e prezzo).

**Organizzazione aziendale\* - Corso A - (357PP) (9 ECTS)**

*Title in English:* Business Organization

*Semester:* 2

*Contact Person:* Prof. Marco GIANNINI (marco.giannini@unipi.it)

*Program Page:* esami.unipi.it

*Web Page:* moodle.ec.unipi.it

*Lesson Log:* [unimap.unipi.it/registri/dettregistriNEW.php?re=3310163:::&ri=6078](http://unimap.unipi.it/registri/dettregistriNEW.php?re=3310163:::&ri=6078)

*Obiettivi*

Lo scopo di questo corso è di fornire una spiegazione realistica di come funziona una moderna organizzazione. L'obiettivo formativo è di sviluppare un pensiero critico, un atteggiamento interrogativo e una capacità analitica riguardo ai problemi organizzativi.

*Syllabus*

- Strategia e risposte all'incertezza ambientale.
- Variabili strutturali per la progettazione organizzativa in differenti contesti empirici.
- Relazioni interorganizzative.
- Impatto della tecnologia sull'organizzazione.
- Ciclo di vita di una organizzazione.
- Meccanismi di controllo organizzativo.
- Cultura ed etica organizzativa.

**Pianificazione e controllo gestionale\* (278PP) (9 ECTS)**

*Title in English:* Management Control

*Semester:* 1

*Contact Person:* Prof. Luciano MARCHI (lmarchi@ec.unipi.it)

*Program Page:* esami.unipi.it

*Web Page:* moodle.ec.unipi.it

*Lesson Log:* unimap.unipi.it/registri/dettregistriNEW.php?re=3296678::::&ri=6848

*Obiettivi*

Il corso si propone di approfondire le caratteristiche della pianificazione e controllo evidenziando tanto l'evoluzione nella dottrina che nella strumentazione operativa a supporto del management.

*Syllabus*

- Il sistema di controllo.
- Il processo, i meccanismi operativi e lo stile di controllo.
- Le variabili del controllo.
- Il processo di budgeting.
- L'analisi degli scostamenti.
- I contenuti ed il processo di reporting.
- L'analisi reddituale e patrimoniale.
- La leva operativa e la leva finanziaria.
- La simulazione economico-finanziaria.
- Il processo di simulazione: le simulazioni di efficienza e di struttura.
- Gli aspetti evolutivi del budget.
- Il modello di previsione, simulazione e pianificazione SISMA.
- Casi aziendali.



## B.2 Attività formative a scelta del gruppo GR3

### **Ingegneria del software\* (271AA) (6 ECTS)**

*Title in English:* Software Engineering

*Semester:* 2

*Contact Person:* Prof.ssa Laura SEMINI (semini@di.unipi.it)

*Program Page:* esami.unipi.it

*Web Page:* didawiki.di.unipi.it/doku.php/informatica/is-a

#### *Obiettivi*

Fornire le metodologie e strumenti per la progettazione, realizzazione, verifica, validazione e misurazione di sistemi software.

#### *Syllabus*

- Processo di sviluppo software: problemi della produzione del software, modelli di ciclo di vita.
- Analisi del dominio: modelli statici (classi e associazioni) e dinamici (attività, macchine a stati).
- Analisi dei requisiti: modello statico (casi d'uso) e dinamici (narrative, diagrammi di robustezza).
- Progettazione architettónica: modelli statici (viste strutturali e logistiche) e dinamici (vista componenti/connettori).
- Progettazione di dettaglio: modello statico delle componenti (strutture composite) e modello dinamico (interazioni).
- Verifiche e prove: obiettivi e pianificazione delle verifiche, progettazione e valutazione delle prove.

**Laboratorio di basi di dati\* (254AA) (6 ECTS)**

*Title in English:* Database Programming Lab

*Semester:* 2

*Contact Person:* Prof.ssa Giovanna ROSONE (giovanna.rosone@unipi.it)

*Program Page:* esami.unipi.it

*Web Page:* pages.di.unipi.it/rosone/LBD.html

*Obiettivi*

Il laboratorio si propone l'obiettivo di completare le nozioni relative ad analisi e progettazione di dati, procedure ed interfacce di applicazioni per basi di dati, ed alla loro realizzazione. Tutte le nozioni introdotte vengono immediatamente sperimentate dagli studenti, utilizzando notazioni standard ed un sistema commerciale, quale ad esempio ORACLE DBMS ed ORACLE WebServer, sviluppando un case study che si conclude, alla fine del corso, con la realizzazione da parte degli studenti di un sistema funzionante.

**Ricerca operativa\* (029AA) (6 ECTS)**

*Title in English:* Mathematical Programming

*Semester:* 1

*Contact Person:* Prof. Mauro PASSACANTANDO (mauro.passacantando@unipi.it)

*Program Page:* esami.unipi.it

*Web Page:* people.unipi.it/mauro\_passacantando/teaching-2/ro/

*Obiettivi*

L'insegnamento ha l'obiettivo di fornire gli strumenti per costruire modelli matematici di ottimizzazione, l'analisi di tali modelli e i metodi risolutivi.

*Syllabus*

- Modelli matematici della ricerca operativa.
- Programmazione lineare.
- Programmazione lineare su reti.
- Programmazione lineare intera.