

<b>Università</b>	Università degli Studi di VERONA
<b>Classe</b>	LM-18 - Informatica
<b>Nome del corso in italiano</b>	Intelligenza artificiale <i>adeguamento di:</i> <i>Intelligenza artificiale (<a href="#">1413905</a>)</i>
<b>Nome del corso in inglese</b>	Artificial intelligence
<b>Lingua in cui si tiene il corso</b>	inglese
<b>Codice interno all'ateneo del corso</b>	S84^2022^PDS0-2022^023091
<b>Data di approvazione della struttura didattica</b>	07/02/2022
<b>Data di approvazione del senato accademico/consiglio di amministrazione</b>	14/02/2022
<b>Data della consultazione con le organizzazioni rappresentative a livello locale della produzione, servizi, professioni</b>	05/05/2021 -
<b>Data del parere favorevole del Comitato regionale di Coordinamento</b>	02/12/2021
<b>Modalità di svolgimento</b>	a. Corso di studio convenzionale
<b>Eventuale indirizzo internet del corso di laurea</b>	
<b>Dipartimento di riferimento ai fini amministrativi</b>	Informatica
<b>EX facoltà di riferimento ai fini amministrativi</b>	
<b>Massimo numero di crediti riconoscibili</b>	12 DM 16/3/2007 Art 4 <a href="#">Nota 1063 del 29/04/2011</a>
<b>Corsi della medesima classe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medical bioinformatics</li> </ul>

### **Obiettivi formativi qualificanti della classe: LM-18 Informatica**

Le lauree di questa classe forniscono vaste ed approfondite competenze teoriche, metodologiche, sperimentali ed applicative nelle aree fondamentali dell'informatica che costituiscono la base concettuale e tecnologica per l'approccio informatico allo studio dei problemi e per la progettazione, produzione ed utilizzazione della varietà di applicazioni richieste nella Società dell'Informazione per organizzare, gestire ed accedere ad informazioni e conoscenze. Il laureato magistrale in questa classe sarà quindi in grado di effettuare la pianificazione, la progettazione, lo sviluppo, la direzione lavori, la stima, il collaudo e la gestione di impianti e sistemi complessi o innovativi per la generazione, la trasmissione e l'elaborazione delle informazioni, anche quando implicano l'uso di metodologie avanzate, innovative o sperimentali. Questo obiettivo viene perseguito allargando ed approfondendo le conoscenze teoriche, metodologiche, sistemiche e tecnologiche, in tutte le discipline che costituiscono elementi culturali fondamentali dell'informatica. Cio' rende possibile al laureato magistrale sia di individuare nuovi sviluppi teorici delle discipline informatiche e dei relativi campi di applicazione, sia di operare a livello progettuale e decisionale in tutte le aree dell'informatica.

I laureati nei corsi di laurea magistrale della classe devono in particolare:

- possedere solide conoscenze sia dei fondamenti che degli aspetti applicativi dei vari settori dell'informatica;
- conoscere approfonditamente il metodo scientifico di indagine e comprendere e utilizzare gli strumenti di matematica discreta e del continuo, di matematica applicata e di fisica, che sono di supporto all'informatica ed alle sue applicazioni;
- conoscere in modo approfondito i principi, le strutture e l'utilizzo dei sistemi di elaborazione;
- conoscere fondamenti, tecniche e metodi di progettazione e realizzazione di sistemi informatici, sia di base sia applicativi;
- avere conoscenza di diversi settori di applicazione;
- possedere elementi di cultura aziendale e professionale;
- essere in grado di utilizzare fluentemente, in forma scritta e orale, almeno una lingua dell'Unione Europea oltre l'italiano, con riferimento anche ai lessici disciplinari;
- essere in grado di lavorare con ampia autonomia, anche assumendo responsabilità di progetti e strutture.

Gli ambiti occupazionali e professionali di riferimento per i laureati magistrali della classe sono quelli della progettazione, organizzazione, gestione e manutenzione di sistemi informatici complessi o innovativi (con specifico riguardo ai requisiti di affidabilità, prestazioni e sicurezza), sia in imprese produttrici nelle aree dei sistemi informatici e delle reti, sia nelle imprese, nelle pubbliche amministrazioni e, più in generale, in tutte le organizzazioni che utilizzano sistemi informatici complessi. Si esemplificano come particolarmente rilevanti per lo sbocco occupazionale e professionale:

- i sistemi informatici per i settori dell'industria, dei servizi, dell'ambiente e territorio, della sanità, della scienza, della cultura, dei beni culturali e della pubblica amministrazione;
- le applicazioni innovative nell'ambito dell'elaborazione di immagini e suoni, del riconoscimento e della visione artificiale, delle reti neurali, dell'intelligenza artificiale e del soft computing, della simulazione computazionale, della sicurezza e riservatezza dei dati e del loro accesso, della grafica computazionale, dell'interazione utente-elaboratore e dei sistemi multimediali.

Ai fini indicati, i curricula dei corsi di laurea magistrale della classe:

- prevedono lezioni ed esercitazioni di laboratorio oltre a congrue attività progettuali autonome e congrue attività individuali in laboratorio;
- prevedono, in relazione a obiettivi specifici, attività esterne come tirocini formativi presso aziende, strutture della pubblica amministrazione e laboratori, oltre a soggiorni di studio presso altre università italiane ed europee, anche nel quadro di accordi internazionali.

### **Sintesi della consultazione con le organizzazioni rappresentative a livello locale della produzione, servizi, professioni**

Consultazioni dirette:

In fase di progettazione del CdLM, sono state considerate come parti interessate enti ed aziende presenti nel territorio, oltre a players nazionali ed internazionali, attivi in specifici settori di interesse, non già coperti da altri CdLM dell'Ateneo. In particolare: industrie nel settore Software ad alto impiego di tecnologie basate su AI, enti ed organizzazioni finanziarie, ed enti ed aziende erogatori di servizi in ambito ambientale, assicurativo, farmaceutico e creditizio. La scelta è stata determinata individuando gli ambiti nei quali l'impatto dell'AI risulta ad oggi ed in prospettiva maggiore, escludendo ambiti già coperti da altri CdLM, secondo quanto definito dall'Osservatorio Artificial Intelligence della School of Management del Politecnico di Milano, pubblicato in una ricerca in cui viene analizzato il mercato di questa tecnologia, ricerca menzionata anche dal premier Mario Draghi durante il discorso sugli Obiettivi strategici del Next Generation Eu.

Le consultazioni tra i docenti e le parti interessate (stakeholder) per la formulazione della presente proposta sono iniziate e sono state documentate a partire dal 26/03/2021 con la prima riunione di insediamento del Gruppo di Lavoro per la progettazione del CdLM in Intelligenza Artificiale, istituito dal Dipartimento di Informatica con delibera del 09/03/2021 e costituito dai Professori e Ricercatori riportati nell'allegato "Verbali consultazione parti

interessate”.

Il Calendario delle riunioni è stato il seguente:

- 09/03/2021: Discussione in Consiglio di Dipartimento di Informatica circa la opportunità di ampliare l’offerta formativa nella direzione dell’Intelligenza Artificiale ed istituzione del Gruppo di lavoro per Intelligenza Artificiale del Dipartimento di Informatica.
- 26/03/2021: Insieme del gruppo di lavoro, analisi degli aspetti scientifici e culturali e definizione della proposta iniziale.
- 28/04/2021-05/05/2021: Riunioni formali con gli stakeholder, analisi della domanda di formazione e del mercato del lavoro e definizione dei profili professionali in uscita. Istituzione del Comitato di Indirizzo formato dagli stakeholder partecipanti alla riunione.

È stato istituito un Comitato di Indirizzo (stakeholder) in data 28/04/2021 composto dalle aziende riportate nella tabella dell’allegato “Verbali consultazione parti interessate”.

L’indagine si è svolta mediante

- l’invio tramite e-mail al gruppo di aziende sopra indicato di un questionario sviluppato dal Comitato proponente,
- i successivi incontri con i rappresentanti di tali enti ed aziende, secondo il seguente calendario:
  - 3 Maggio 2021 ore 12.00-13.00: Evotec, Bending Spoons, Fondazione Cariverona, Franchetti, Terranova, e Rortos (per Univ: Prof. Giacobazzi, Prof. Farinelli, Prof. Murino, Dr. Castellini);
  - 4 Maggio 2021 ore 12.00-13.00: Maxfone (per Univ: Prof. Giacobazzi, Prof. Farinelli, Dr. Castellini);
  - 5 Maggio 2021 ore 15.00-16.00: IBM (per Univ: Prof. Giacobazzi, Prof. Farinelli, Dr. Castellini);
  - 5 Maggio 2021 ore 16.30-17.30: ARPAV, Giordanocontrols, Gruppo Manni, Realtch, REVO, DOVALUE, Ferroli, HWG, Confindustria, SDG Group, Milestone, Ubisoft Milan (per Univ: Prof. Giacobazzi, Prof. Farinelli, Prof. Dai Pra, Prof. Menegaz, Prof. Cicalese, Prof. Schuster, Prof. Di Persio, Dr. Castellini).

L’obiettivo dell’indagine è stato quello di approfondire i seguenti aspetti:

- Il livello ritenuto più appropriato per il corso di studi, tra quello di laurea triennale e quello di laurea magistrale;
- L’adeguatezza dell’attuale formazione delle laureate e dei laureati triennali in Informatica o Ingegneria Informatica alle esigenze delle aziende nell’ambito dell’intelligenza artificiale;
- L’adeguatezza dell’attuale formazione delle laureate e dei laureati magistrali in Informatica o Ingegneria Informatica alle esigenze delle aziende nell’ambito dell’intelligenza artificiale;
- Le conoscenze relative all’intelligenza artificiale ritenute più importanti per la propria azienda;
- Le conoscenze relative all’intelligenza artificiale ritenute più importanti in generale;
- I settori in cui l’intelligenza artificiale è ritenuta avere un impatto più determinante.

Hanno consegnato il questionario compilato 15 Aziende. I verbali degli incontri, con una dettagliata analisi basata su grafici, sono allegati. Le risultanze emerse dall’indagine sono di seguito riassunte.

Gli spunti emersi dell’analisi delle risposte al questionario permettono di definire con una buona accuratezza il profilo delle laureate e dei laureati magistrali in Intelligenza Artificiale e di individuare le conoscenze (cioè i principi, le teorie, i metodi e le tecniche acquisite) e le competenze (cioè l’utilizzo delle conoscenze acquisite per risolvere problemi o inventare nuovi strumenti) richieste. Le risposte alle domande del questionario e le discussioni avute negli incontri indicano che tutte le aziende ritengono interessante la proposta di una laurea magistrale in Intelligenza Artificiale in quanto le attuali lauree triennali e magistrali in Informatica ed Ingegneria Informatica non riescono a coprire pienamente le richieste formative delle aziende relativamente all’ambito specifico dell’Intelligenza Artificiale. La specializzazione nell’ambito dell’explainability è stata ritenuta un elemento importante per la formazione dei futuri esperti in Intelligenza Artificiale sia dal punto di vista tecnologico che da quello sociale (e.g., giuridico ed etico).

Le tematiche ritenute di maggior interesse dalle aziende sono l’apprendimento automatico, l’analisi dei dati per il supporto alle decisioni, e la percezione/interazione tra agenti intelligenti ed esseri umani. In seconda istanza, l’interesse si è rivolto verso l’interpretabilità, la sicurezza, l’imparzialità e gli agenti intelligenti/autonomi. Poi, in ordine di preferenza, anche gli aspetti etici, giuridici, e le tematiche legate al ragionamento automatico sono stati indicati come utili per la formazione di un esperto in intelligenza artificiale. Considerando le tre tematiche principali, si osserva che l’analisi dei dati per il supporto alle decisioni e la percezione/interazione tra agenti intelligenti ed esseri umani identificano due settori distinti dell’AI, mentre l’apprendimento automatico è una tematica trasversale. Da queste considerazioni si sono identificati e definiti (vedasi Sez. 2 di seguito) i profili culturali/professionali ed i percorsi del CdS.

I settori su cui le aziende ritengono che l’Intelligenza Artificiale avrà maggiore impatto sono, in ordine di preferenza, l’industria dei prodotti e dei servizi, la medicina, l’ecologia, e l’economia, con percentuali di preferenza molto simili. A seguire la crescita sostenibile ed il gaming ed intrattenimento.

Un aspetto ritenuto importante da molte aziende durante le discussioni è la capacità dei futuri esperti in Intelligenza Artificiale di conoscere e saper utilizzare le molte tecnologie e strumenti allo stato dell’arte a disposizione sulle più note piattaforme cloud. Le laureate ed i laureati dovrebbero avere buone conoscenze anche di ingegneria del software, competenze che nel progetto sono incluse nel corso fondamentale di Reinforcement Learning & Advanced programming for AI (modulo Advanced programming for AI), e nel corso AI & Cloud per saper sviluppare applicazioni che integrino in modo organico tecnologie ottimizzate allo stato dell’arte, per uno sviluppo più rapido di applicazioni che riutilizzano moduli già disponibili (come quelli per il riconoscimento automatico di oggetti che richiedono addestramento con grosse moli di dati).

Le aziende chiedono all’Università di sviluppare un corso di studi che punti all’eccellenza a livello nazionale e, possibilmente, anche internazionale, mantenendo però anche un legame stretto con il territorio tramite la specializzazione sui domini applicativi in cui il territorio eccelle, quali ad esempio la logistica, l’agro-alimentare, la finanza ed il settore assicurativo. Questo sarà ottenuto mantenendo un rapporto continuo con le aziende del territorio e proponendo alle studentesse ed agli studenti dei casi di studio con focus su ambiti applicativi in cui le aziende del territorio sono specializzate. Le aziende, infatti, hanno espresso l’interesse a mantenere relazioni con l’Università anche tramite tesi e tirocini, e tenendo seminari presso l’Università per spiegare alle studentesse ed agli studenti casi di studio relativi alle loro applicazioni di Intelligenza Artificiale.

Il focus sull’explainability è stato ritenuto centrale da tutte le aziende per diversi aspetti legati alle loro attività. Riguardo le connessioni tra Intelligenza Artificiale, giurisprudenza ed etica, si è suggerito di proporre corsi calati sulle problematiche di attualità (e.g., linee guida etiche proposte recentemente dall’Unione Europea, GDPR per l’utilizzo dei dati) con ricadute dirette sulle aziende e le persone, come l’imparzialità (fairness) delle tecnologie, la sicurezza per l’essere umano e la responsabilità delle decisioni prese da agenti autonomi. Si è inoltre suggerito di valutare l’introduzione di corsi specifici su explainability (oltre a proporla in modo trasversale nei corsi metodologici ed applicativi) ed interazione tra agenti intelligenti ed esseri umani (e.g., human-machine teaming). Anche la tematica dell’Intelligenza Artificiale Neuro-simbolica (in cui si fondono tecniche simboliche e sub-simboliche) è stata ritenuta una linea importante da considerare nei corsi avanzati. Un corso avanzato sull’explainability potrebbe fornire anche delle soft-skills utili alle studentesse ed agli studenti delle lauree magistrali in data science ed informatica, che potrebbero quindi mutuare il corso. Una azienda ha suggerito anche di proporre un corso in cui si connettono direttamente i linguaggi di programmazione ed il machine learning. Rispetto alle applicazioni di interesse, sono emerse anche l’analisi di comportamenti, la presa di decisioni in tempo reale, l’utilizzo di agenti autonomi per il monitoraggio ambientale, la cybersecurity, il marketing basato su social media e web, l’explainability per aumentare l’engagement del cliente, la crescita sostenibile, la manutenzione predittiva (con focus su explainability), la sentiment analysis, l’explainability per la monetizzazione in ambito video games e la fairness nella profilazione degli utenti. Un suggerimento sulla struttura della laurea magistrale è quello di suddividere i corsi (o almeno quelli avanzati) in due gruppi: metodologie ed applicazioni dell’Intelligenza Artificiale.

Infine, il CdS in Intelligenza Artificiale proposto si allinea perfettamente con il corso di Dottorato nazionale finanziato dal MIUR su Intelligenza Artificiale di recente istituzione (<https://www.phd-ai.it/en/english/>). L’università degli studi di Verona già partecipa al dottorato nazionale in AI nell’area AI per Industria 4.0 con 3 borse finanziate.

Le future consultazioni avverranno con cadenza: biennale.

Consultazioni indirette (riferimenti a studi di settore, articoli, ecc.)

Vedi allegato.

**Vedi allegato**

**Sintesi del parere del comitato regionale di coordinamento**

Il giorno 2 dicembre 2021, alle ore 14.00, si è svolta una seduta telematica del Comitato Regionale di Coordinamento delle Università del Veneto mediante la piattaforma Zoom.

Sono presenti:

- Prof. Pier Francesco Nocini – Rettore dell'Università di Verona;
- Prof.ssa Daniela Mapelli – Rettrice dell'Università di Padova;
- Prof.ssa Tiziana Lippiello – Rettrice dell'Università Ca' Foscari di Venezia;
- Prof. Benno Albrecht – Rettore dell'Università IUAV di Venezia
- On. Elena Donazzan – Assessore Regionale all'Istruzione, alla Formazione e al Lavoro
- Sig. Nicolò Silvoni – Rappresentante degli studenti dell'Università degli studi di Padova

Assente giustificato

- Sig. Damiano Miotto - Rappresentante degli studenti dell'Università Ca' Foscari di Venezia

Assente

- Sig.ra Rossana Didonna – Rappresentante degli studenti dell'Università IUAV di Venezia

Sono inoltre presenti in qualità di relatori:

- Prof. Marco Ferrante – Pro Rettore alla didattica dell'Università degli studi di Padova
- Prof. Luisa Bienati – Prorettrice alla didattica dell'Università Ca' Foscari di Venezia
- Prof. Roberto Giacobazzi – Prorettore dell'Università degli studi di Verona
- Prof. Federico Schena – Delegato alla didattica e allo sport dell'Università degli studi di Verona

Presiede la riunione il Prof. Pier Francesco Nocini, Rettore dell'Università degli Studi di Verona.

Assume le funzioni di Segretaria la Dott.ssa Laura Baruffaldi dell'Università degli Studi di Verona.

Il Presidente, riconosciuta la presenza del numero legale, dichiara valida e aperta la seduta per trattare il seguente ordine del giorno:

1. Comunicazioni
2. Corsi di studio di nuova istituzione per l'anno accademico 2022/23
3. Varie ed eventuali

1. Comunicazioni

Nessuna comunicazione.

2. Nulla osta ai corsi di studio di nuova istituzione per l'anno accademico 2022/23

(omissis)

Prende, infine, la parola il prof. Federico Schena, Delegato alla didattica e allo sport dell'Università degli Studi di Verona, che illustra le proposte dell'Università degli Studi di Verona (allegato n. 4)

(omissis)

Corso di laurea magistrale in “Artificial Intelligence”

Classe LM-18 Informatica

Dipartimento di Informatica – Scuola di Scienze e ingegneria

Il corso proposto ha come obiettivo principale quello di fornire alle studentesse ed agli studenti le competenze e le capacità necessarie per sviluppare tecniche fondamentali di intelligenza artificiale, e progettare agenti capaci autonomamente di acquisire conoscenza ed elaborare modelli e strategie. Si concentrerà quindi sul fornire conoscenze avanzate in ambiti quali: apprendimento automatico (“machine learning”), agenti intelligenti, ragionamento automatico, visione artificiale, rappresentazione della conoscenza, pianificazione, teoria dei giochi, elaborazione del linguaggio naturale. Lo sviluppo di competenze avanzate in questi ambiti a prescindere da uno specifico contesto applicativo caratterizza fortemente questo CdS rispetto ai CdS già presenti in Ateneo (ed in particolare nel Dipartimento di Informatica). L'applicazione di queste tecniche di Intelligenza Artificiale in contesti applicativi specifici, quali: finanza, medicina, industria dei servizi verrà sviluppata in sinergia con i CdS esistenti sia all'interno del Dipartimento di Informatica che in altri Dipartimenti.

(omissis)

Il Comitato Regionale di Coordinamento delle Università del Veneto

- Visto il DPR del 27 gennaio 1998, “Regolamento recante disciplina dei procedimenti relativi allo sviluppo ed alla programmazione del sistema universitario, nonché ai comitati regionali di coordinamento, a norma dell'articolo 20, comma 8, lettere a) e b), della legge 15 marzo 1997, n. 59”, e in particolare l'articolo 3;
- Visto il DM n. 1154 del 14 ottobre 2021, “Decreto Autovalutazione, Valutazione, Accreditamento iniziale e periodico delle sedi e dei corsi di studio”;
- Visto il DM n. 446 del 12 agosto 2020, “Definizione delle nuove classi di laurea ad orientamento professionale in professioni tecniche per l'edilizia e il territorio (L-P01), professioni tecniche agrarie, alimentari e forestali (L-P02), professioni tecniche industriali e dell'informazione (L-P03);
- Vista la nota ministeriale prot. 35910 del 22 novembre 2021 “Banche dati Regolamento didattico di Ateneo (RAD) e Scheda Unica Annuale dei Corsi di Studio (SUA-CdS) per l'accREDITAMENTO dei Corsi
- a.a. 2022/2023 – Indicazioni operative – Decreto Direttoriale ex articolo 9, comma 2, del Decreto Ministeriale n. 1154/2021”;
- Esaminate le proposte di istituzione dei nuovi corsi di studio formulate dall'Università degli studi di Padova (allegato 1), dall'Università IUAV di Venezia (allegato 2), dall'Università Cà Foscari di Venezia (allegato 3), dall'Università degli studi di Verona (allegato 4);
- Sentite e accolte le motivazioni addotte per l'istituzione dei corsi di studio;

esprime parere unanime favorevole

subordinatamente all'approvazione da parte dei competenti organi di ciascun Ateneo, in merito all'istituzione dei seguenti nuovi corsi di studio per l'anno accademico 2022/23 ai sensi del DM 270/2004:

Corso di laurea magistrale in “Artificial Intelligence”

Classe LM-18 Informatica

Dipartimento di Informatica – Scuola di Scienze e ingegneria

La seduta è tolta alle ore 14.40.

Considerati i tempi per l'inserimento della documentazione relativa ai nuovi corsi di studio nella banca dati ministeriale, i componenti decidono che il presente verbale venga letto e approvato seduta stante.

**Vedi allegato**

## **Obiettivi formativi specifici del corso e descrizione del percorso formativo**

Obiettivo del corso di Laurea Magistrale in Artificial Intelligence è far acquisire alle studentesse ed agli studenti le conoscenze e competenze multidisciplinari necessarie per la fattiva declinazione di competenze informatiche nell'ambito dell'intelligenza artificiale e delle discipline che la caratterizzano. Le studentesse e gli studenti dovranno conseguire solide capacità negli ambiti dell'informatica e dell'ingegneria, con particolare enfasi su metodi basati su rappresentazioni "simboliche" di problemi, cioè rappresentazioni che utilizzano e manipolano simboli, come le rappresentazioni basate sulla logica, e metodi di ricerca nello spazio degli stati; metodi basati su rappresentazioni probabilistiche, tipiche dell'apprendimento automatico guidato dai dati; metodi di intelligenza artificiale le cui decisioni possano essere comprese dall'essere umano, in linea con il forte trend attuale di regolamentazione dell'intelligenza artificiale per applicazioni che coinvolgano agenti autonomi ed esseri umani.

Tali conoscenze saranno coadiuvate da approfondimenti in altre discipline volte a sviluppare percorsi di apprendimento riguardanti: lo sviluppo di modelli matematici e la risoluzione di problemi di ottimizzazione; l'utilizzo di principi e fonti del diritto riguardanti la gestione di strumenti di intelligenza artificiale; lo sviluppo di applicazioni in ambito economico e finanziario; la conoscenza delle basi etiche per la gestione di tecnologie di intelligenza artificiale in contesto produttivo ed in relazione all'interpretazione dei fenomeni socio-economici ad esso connessi.

Sono stati individuati, in particolare, i seguenti obiettivi formativi specifici:

- una consistente base teorica e pratica su machine learning e deep learning che fornisca allo studente le basi e lo stato dell'arte nel settore;
- una consistente base teorica e pratica su planning e scheduling, ovvero programmazione simbolica ed a vincoli che costituiscono le fondamenta dell'AI classica;
- una consistente base teorica e pratica su elementi di reinforcement learning per la progettazione di sistemi di intelligenza artificiale adattivi;
- una consistente base teorica e pratica su elementi di programmazione avanzata per AI al fine di fornire allo studente le basi per la progettazione, l'assemblaggio ed il deployment (e.g., su cloud) di architetture software finalizzate all'AI;
- una consistente base teorica e pratica su metodi per lo studio, la analisi e la valutazione della cooperazione tra agenti, in questo caso algoritmi di AI ed operatori umani;
- aspetti metodologico-operativi della matematica, della statistica, della fisica, del diritto e dell'etica, relativi ai problemi di intelligenza artificiale;
- La comprensione dell'impatto delle soluzioni di intelligenza artificiale nel contesto sociale;
- La conoscenza delle proprie responsabilità professionali ed etiche;
- La conoscenza degli strumenti cognitivi di base per l'aggiornamento continuo delle proprie conoscenze.

Tutte queste conoscenze avranno l'obiettivo di consentire alle studentesse ed agli studenti di saper sviluppare metodi, strumenti e tecnologie complessi basati sull'intelligenza artificiale in vari ambiti applicativi.

Questi obiettivi forniscono le basi culturali, scientifiche e tecniche del laureato in Artificial Intelligence e considerano le richieste emerse dall'incontro con gli stakeholder.

I corsi sono organizzati nei due anni in modo da garantire una corretta sequenzialità nell'acquisizione dei concetti. In particolare, le conoscenze relative ai fondamenti teorici dell'Intelligenza Artificiale sono fornite nei corsi del primo anno. Le conoscenze più specifiche, riguardanti tecniche avanzate, specifiche applicazioni dell'Intelligenza Artificiale ed attività affini sono fornite nel secondo semestre del primo anno e nel secondo anno. L'armonizzazione dei contenuti degli insegnamenti è coadiuvata dalla presenza di laboratori che integrano diverse conoscenze e capacità applicative, e sono atti a sviluppare capacità applicative, relazionali e di team-working. I laboratori servono altresì come preparazione al tirocinio. L'armonizzazione dei contenuti è supportata dalla presenza di esami applicativi e per natura interdisciplinari. Nel secondo anno lo studente dovrà inoltre svolgere un tirocinio formativo e di orientamento.

## **Descrizione sintetica delle attività affini e integrative**

Le attività affini ed integrative sono rappresentate da corsi che consentono alle studentesse ed agli studenti di acquisire conoscenze riguardanti: lo sviluppo di tecniche informatiche avanzate e particolari applicazioni dell'Intelligenza Artificiale; lo sviluppo di modelli matematici e la risoluzione di problemi di ottimizzazione; l'utilizzo di principi e fonti del diritto riguardanti la gestione di strumenti di intelligenza artificiale; lo sviluppo di applicazioni in ambito economico e finanziario; la conoscenza delle basi etiche per la gestione di tecnologie di intelligenza artificiale in contesto produttivo ed in relazione all'interpretazione dei fenomeni socio-economici ad esso connessi.

Tali attività contribuiscono all'ottenimento di: una consistente base teorica e pratica di tecniche informatiche avanzate per l'intelligenza artificiale; aspetti metodologico-operativi della matematica, della statistica, della fisica, del diritto e dell'etica, relativi ai problemi di intelligenza artificiale; conoscenza dell'impatto delle soluzioni di intelligenza artificiale nel contesto sociale; conoscenza delle proprie responsabilità professionali ed etiche.

## **Risultati di apprendimento attesi, espressi tramite i Descrittori europei del titolo di studio (DM 16/03/2007, art. 3, comma 7).**

### **Fondosconoscenza e capacità di comprensione (knowledge and understanding)**

Le/i laureate/i magistrali in Artificial Intelligence hanno conoscenze rigorose ed approfondite nell'ambito delle tecniche di intelligenza artificiale, dello sviluppo di modelli previsionali ed algoritmi di apprendimento, ricerca, ottimizzazione, e decisione. Sapranno inoltre applicare tali conoscenze in vari ambiti applicativi.

Le/i laureate/i al termine del corso di studio devono:

- possedere un rigoroso metodo scientifico, caratterizzato da spiccate capacità informatiche, analitiche-quantitative, e modellistico-computazionali;
- possedere elevati livelli di competenza nella progettazione di soluzioni di intelligenza artificiale (e.g., apprendimento automatico, pianificazione, ragionamento automatico);
- possedere conoscenze e capacità nell'ambito della eXplainable Artificial Intelligence.

Gli obiettivi di conoscenza e le capacità di comprensione, saranno sviluppati per mezzo di strumenti didattici eterogenei, con particolare riferimento alle lezioni frontali, esercitazioni ed attività di laboratorio anche in relazione all'uso di software specifici ed allo sviluppo di modelli e programmi che affrontino problemi reali nell'ambito dell'intelligenza artificiale e relativa messa a valore grazie all'utilizzo di specifiche tecniche provenienti da informatica, matematica, fisica e statistica. La verifica del raggiungimento dell'obiettivo formativo è ottenuta mediante prove d'esame a contenuto orale o con prove scritte finali e in itinere nella forma di test, anche in laboratorio per la soluzione di problemi con strumenti informatici specifici, e con la stesura di relazioni e presentazione di progetti a valere sull'attività svolta durante le lezioni frontali e le esercitazioni di laboratorio.

### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione (applying knowledge and understanding)**

Le/i laureate/i magistrali in Intelligenza Artificiale saranno caratterizzate/i da una solida base informatica e matematica al fine di poter trattare con successo un ampio spettro di problemi legati all'intelligenza artificiale ed alle sue applicazioni (e.g., apprendimento automatico, pianificazione e decision making e sviluppo di algoritmi innovativi e soluzioni software avanzate per diversi contesti applicativi).

La verifica di tali capacità e competenze avverrà per mezzo dell'elaborazione autonoma di progetti e superamento di prove, anche pratiche a fronte di casi di studio reali. In questo contesto si colloca anche la stesura dell'elaborato di tesi, quale ulteriore momento di verifica della capacità di applicare conoscenze e comprensione, anche in relazione a possibili attività di tirocinio finalizzate allo sviluppo di specifiche competenze all'interno di aziende ed imprese con una forte componente d'innovazione tecnologica.

### **Autonomia di giudizio (making judgements)**

Le competenze di tipo informatico, e matematico-modellistico, unitamente a quelle complementari di tipo economico-finanziario, filosofico-sociale e

giuridico, permetteranno al laureato magistrale in Intelligenza Artificiale di sviluppare giudizi critici su base autonoma, riflessioni su temi industriali relativi all'intelligenza artificiale connessi alla sua attività professionale, anche in relazione ai limiti etici. Capacità, connesse all'ambito dei processi aziendali, di produzione e deployment di strumenti software basati su intelligenza artificiale, verranno sviluppate ed affinate mediante attività focalizzate alla massimizzazione delle capacità di analisi individuale, anche per mezzo di esercitazioni e sviluppo autonomo di progetti software, nonché in interazione con altri studenti per la determinazione di strategie di problem solving più complesse anche in relazione alla soluzione di problemi e case studies concreti, e.g. sfide kaggle, competizioni github etc. Il raggiungimento dell'obiettivo formativo è dimostrato dal superamento delle prove d'esame orali o scritte, nonché via la presentazione di relazioni e dimostrazione di competenze specifiche sulla base di progetti informatici. L'autonomia di giudizio è inoltre verificata, sviluppata e rafforzata all'interno dell'attività sperimentale individuale ed originale legata alla tesi, eventualmente sviluppata nel novero di un tirocinio a valere su casi/progetti concreti afferenti alle specifiche finalità aziendali.

### **Abilità comunicative (communication skills)**

La Laurea Magistrale in Artificial Intelligence verrà erogata in Inglese. Il laureato magistrale in Artificial Intelligence acquisirà competenze nell'ambito della rappresentazione dei dati, dei modelli e dei risultati relativi ad applicazioni di Intelligenza Artificiale. Quest'ultimo obiettivo sarà raggiunto per mezzo della conoscenza e capacità di utilizzo di linguaggi di programmazione dedicati, nonché dall'acquisita capacità di sviluppare modelli interpretabili per la massimizzazione dell'efficacia nella comunicazione del valore insito all'interno dei dati aziendali e/o di quella caratterizzante uno specifico problema oggetto di studio/sviluppo produttivo. Tali capacità permetteranno al laureato magistrale in Intelligenza Artificiale di comunicare in modo efficace e rigoroso tanto con specialisti del settore industriale di riferimento contingente, quanto con non specialisti e/o nei confronti di uditori eterogenei, pur non sacrificando un elevato grado di rigore e precisione scientifica. Tali abilità verranno perfezionate anche per mezzo delle attività didattiche di tipo laboratoriale, nonché nella realizzazione di specifici progetti, a valere sulle materie di indirizzo e declinati su casi di studio derivanti dal mondo reale, realizzati anche via utilizzo di strumentazioni multimediali ed in interazione sinergica con specifici strumenti di programmazione avanzata per AI. Esperienze internazionali, ad esempio sfruttando i programmi Erasmus+, attività di tirocinio, con particolare attenzione a quelle afferenti a rappresentanti produttivi delle PMI e sulla scorta degli associati giudizi forniti dai tutor interessati, costituiranno un ulteriore mezzo di crescita delle capacità e competenze comunicative. Analogamente per ciò che concerne la progettazione di attività e svolgimento di prove atte al superamento dei singoli esami, nonché in relazione allo sviluppo del materiale costituente l'elaborato finale della Tesi di Laurea.

### **Capacità di apprendimento (learning skills)**

Il laureato magistrale in Intelligenza Artificiale avrà sufficienti capacità di apprendimento e approfondimento di tematiche di ricerca e di problemi concreti alla base degli approcci più innovativi nell'ambito dell'applicazione delle tecniche di intelligenza artificiale e sviluppo di software in grado di supportare ed ottimizzare i processi aziendali/industriali. A tal fine il laureato magistrale in Intelligenza Artificiale acquisirà anche precise competenze per ciò che concerne il reperimento e la consultazione critica di materiale bibliografico, anche sfruttando specifici repositories scientifici (e.g.: Scopus, WoS, etc.) e/o di tipo open access (e.g.: arxiv, ResearchGate, etc.), che gli permetteranno aggiornare in tempo reale le proprie competenze sulla base della derivazione di risultati analitici e scientifico-operativi stimolandone riflessione e capacità di sviluppo autonomo ulteriore. La verifica della capacità di apprendimento si basa sulle verifiche in itinere, sugli esami al termine di ogni corso facente parte del piano di studi, su eventuali relazioni presentate dai tutor accademici e/o aziendali nel novero di specifiche attività di tirocinio, su analoghi giudizi forniti dai referenti dei singoli corsi eventualmente seguiti nell'ambito di progetti di internazionalizzazione (e.g. Erasmus+, scuole estive, etc.), e sul giudizio relativo all'elaborato di tesi presentata per la prova.

### **Conoscenze richieste per l'accesso (DM 270/04, art 6, comma 1 e 2)**

Possono essere ammessi studenti in possesso della laurea o del diploma universitario di durata triennale o altro titolo equipollente che dia competenze nelle discipline di seguito elencate:

- a) discipline ingegneristiche;
- b) discipline matematiche, statistiche, informatiche e fisiche.

In particolare, possono essere ammessi, con le modalità definite dal Regolamento Didattico del Corso di Studi, le studentesse e gli studenti in possesso di lauree nelle classi L-08 ed L-31 (e ordinamenti previgenti), e le studentesse e gli studenti che abbiano conseguito almeno 60 CFU complessivi nei SSD di seguito riportati:

- FIS/01, FIS/02, FIS/03, FIS/04, FIS/05, FIS/06, FIS/07
- MAT/01, MAT/02, MAT/03, MAT/04, MAT/05, MAT/06, MAT/07, MAT/08, MAT/09
- INF/01;
- ING-INF/01, ING-INF/02, ING-INF/03, ING-INF/04, ING-INF/05, ING-INF/06, ING-INF/07

Si richiede inoltre la certificazione di inglese livello B2.

Il regolamento didattico del corso stabilisce le modalità di accertamento della preparazione personale dello studente.

### **Caratteristiche della prova finale (DM 270/04, art 11, comma 3-d)**

Le attività formative relative alla preparazione della prova finale per il conseguimento del titolo e la relativa verifica consistono nella preparazione e discussione di un elaborato scritto in lingua Inglese (tesi di laurea) relativo all'approfondimento di un tema scientifico affrontato nel corso di studi, ovvero relativo all'analisi e soluzione di un caso di studio (teorico e/o direttamente derivato da un problema di carattere industriale), ovvero relativo ad un lavoro di tipo sperimentale, eventualmente sviluppato all'interno di un percorso di tirocinio, ovvero frutto di un lavoro autonomo ed originale di ricerca, con collegati aspetti di formalizzazione matematica, progettazione informatica e realizzazione business oriented. La commissione preposta alla valutazione della prova finale (esposizione in lingua Inglese della tesi di laurea) è chiamata ad esprimere una valutazione che tenga conto dell'intero percorso di studi, valutando attentamente il grado di coerenza tra obiettivi formativi e obiettivi professionali, nonché la capacità di elaborazione intellettuale autonoma, il senso critico, le doti di comunicazione e la maturità culturale generale, in relazione agli obiettivi del corso di Laurea Magistrale in Artificial Intelligence, e particolare, in relazione alle tematiche caratterizzanti la tesi di laurea, del candidato. Parte dei crediti del tirocinio possono essere attribuiti alla prova finale se la tesi è stata svolta nelle attività del tirocinio.

### **Motivi dell'istituzione di più corsi nella classe**

La Laurea Magistrale in Artificial Intelligence afferisce alla stessa classe (LM-18) della Laurea Magistrale in Medical Bioinformatics, tuttavia le due lauree hanno obiettivi formativi completamente diversi. La Laurea Magistrale in Intelligenza Artificiale ha come obiettivo formativo l'acquisizione di metodi e strumenti per sviluppare tecniche fondamentali di intelligenza artificiale al fine di progettare agenti capaci autonomamente di acquisire conoscenza ed elaborare modelli e strategie in diversi scenari applicativi. La Laurea Magistrale in Medical Bioinformatics ha come obiettivo formativo principale quello di fornire le conoscenze necessarie alla progettazione, sviluppo, gestione e manutenzione di sistemi informatici in medicina, in biologia ed in sanità.

Le attività formative sono quindi nettamente differenziate. Nel caso della Laurea Magistrale in Intelligenza Artificiale le attività formative sono concentrate

sulle tematiche fondamentali per l'Intelligenza Artificiale quali: il ragionamento automatico, la pianificazione delle azioni, l'apprendimento automatico (i.e., Machine Learning, Deep Learning, Reinforcement Learning) e la percezione (e.g., visione artificiale). Per quanto riguarda la Laurea Magistrale in Medical Bioinformatics le attività formative hanno lo scopo di fornire agli studenti una comprensione approfondita delle conoscenze biologiche e mediche necessarie all'area Bioinformatica e all'area Informatica Medica, quali: architetture per l'elaborazione di dati biologici, analisi di sequenze genomiche e modelli di calcolo naturale, sistemi informativi sanitari.

### **Comunicazioni dell'ateneo al CUN**

Le lievi variazioni negli intervalli di crediti delle attività affini, nella prova finale, e nelle altre attività sono state determinate dalla necessità di inserire crediti di lingua italiana per gli studenti internazionali nelle altre attività

<b>Sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati</b>
<b>Artificial Intelligence Specialist</b>
<b>funzione in un contesto di lavoro:</b> Ricopre ruoli quale il coordinatore di progetti di intelligenza artificiale, l'analista di software con funzionalità di intelligenza artificiale, lo sviluppatore di moduli software con funzionalità di intelligenza artificiale, l'integratore di tali moduli o l'addetto alla verifica di tali moduli. In generale, l'AI Specialist assume ruoli di responsabilità nella progettazione e sviluppo di metodi e strumenti di intelligenza artificiale per realizzare sistemi capaci autonomamente di acquisire conoscenza ed elaborare modelli e strategie. Esempi di tali sistemi sono: sistemi di gestione della conoscenza e di estrazione di conoscenza da grandi quantità di dati (e.g., reti sociali, internet); sistemi di intelligenza artificiale per l'industria del cinema e dei videogiochi; sistemi di IA per estrarre, gestire e processare dati relativi al monitoraggio ambientale e cambiamenti climatici; sistemi di IA per economia e finanza; sistemi di IA per la crescita sostenibile (e.g., "smart building", "smart cities", "smart grids"); sistemi di IA per la medicina (e.g., diagnostica, tele-medicina); sistemi di IA per l'industria dei prodotti e dei servizi (e.g., "AI-assisted programming", traduzione automatica del testo e del parlato, cybersecurity, robot autonomi, sistemi di guida assistita ed autonoma).
<b>competenze associate alla funzione:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Capacità di interagire efficacemente con gli esperti dei diversi settori applicativi, al fine di coordinare progetti relativi a software basato su intelligenza artificiale;</li><li>• Capacità di supervisionare collaboratori, coordinare e partecipare a gruppi di progetto di prodotti basati sull'AI, e di pianificare e condurre la formazione su tematiche di AI;</li><li>• Capacità di interagire efficacemente con gli esperti dei diversi settori applicativi, al fine di comprendere le specifiche esigenze di progetto relative ai moduli di AI ed alla loro interazione con gli utenti ed i processi interessati;</li><li>• Capacità di analizzare, progettare e verificare le funzionalità e le prestazioni di sistemi di Intelligenza Artificiale;</li><li>• Capacità di sviluppare tecnologie basate su intelligenza artificiale e di descrivere in modo chiaro e comprensibile le soluzioni e gli aspetti tecnici adottate utenti finali e agli organi decisionali;</li><li>• Capacità di comprendere le funzionalità richieste dai vari moduli di una applicazione di intelligenza artificiale e di integrare tali moduli in modo armonico all'interno dell'applicazione;</li><li>• Capacità di eseguire test specifici per la valutazione delle applicazioni di intelligenza artificiale e la verifica di proprietà richieste per il loro utilizzo.</li></ul>
<b>sbocchi occupazionali:</b> Le conoscenze avanzate fornite dal CdS consentono all'Artificial Intelligence Specialist di trovare occupazione presso industrie operanti negli ambiti della produzione software, imprese operanti nell'area dei multimedia, imprese di servizi e per la sicurezza, imprese operanti nella salvaguardia dell'ambiente e nel turismo, nella Pubblica Amministrazione, in imprese operanti nel commercio, distribuzione e logistica, imprese ed enti che operano in ambito sanitario, enti assicurativi o banche, in industrie per l'automazione e la robotica, oppure operare come liberi professionisti.
<b>Il corso prepara alla professione di (codifiche ISTAT)</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Analisti e progettisti di software - (2.1.1.4.1)</li><li>• Analisti e progettisti di basi dati - (2.1.1.5.2)</li><li>• Amministratori di sistemi - (2.1.1.5.3)</li></ul>
<b>Il corso consente di conseguire l'abilitazione alle seguenti professioni regolamentate:</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• ingegnere dell'informazione</li></ul>

**Il rettore dichiara che nella stesura dei regolamenti didattici dei corsi di studio il presente corso ed i suoi eventuali curricula differiranno di almeno 30 crediti dagli altri corsi e curriculum della medesima classe, ai sensi del DM 16/3/2007, art. 1 c.2.**

### Attività caratterizzanti

ambito disciplinare	settore	CFU		minimo da D.M. per l'ambito
		min	max	
Discipline Informatiche	INF/01 Informatica ING-INF/05 Sistemi di elaborazione delle informazioni	48	60	<b>48</b>
<b>Minimo di crediti riservati dall'ateneo minimo da D.M. 48:</b>		-		

<b>Totale Attività Caratterizzanti</b>	48 - 60
--	---------

### Attività affini

ambito disciplinare	CFU		minimo da D.M. per l'ambito
	min	max	
Attività formative affini o integrative	24	39	<b>12</b>

<b>Totale Attività Affini</b>	24 - 39
-------------------------------	---------

### Altre attività

ambito disciplinare	CFU min	CFU max	
A scelta dello studente	8	12	
Per la prova finale	18	24	
Ulteriori attività formative (art. 10, comma 5, lettera d)	Ulteriori conoscenze linguistiche	0	3
	Abilità informatiche e telematiche	-	-
	Tirocini formativi e di orientamento	3	6
	Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro	0	3
Minimo di crediti riservati dall'ateneo alle Attività art. 10, comma 5 lett. d		6	
Per stages e tirocini presso imprese, enti pubblici o privati, ordini professionali	-	-	

<b>Totale Altre Attività</b>	32 - 48
------------------------------	---------

### Riepilogo CFU

<b>CFU totali per il conseguimento del titolo</b>	<b>120</b>
<b>Range CFU totali del corso</b>	104 - 147

### Motivazioni dell'inserimento nelle attività affini di settori previsti dalla classe o Note attività affini

#### Note relative alle altre attività

Il corso sarà impartito in lingua inglese, pertanto agli studenti stranieri sarà fatto obbligo di acquisire 3 CFU di conoscenze della lingua italiana nell'ambito "Ulteriori conoscenze linguistiche". A tutti gli altri studenti sarà data la possibilità di scegliere tra "Ulteriori conoscenze linguistiche e altri CFU per "Tirocini formativi e di orientamento" per il conseguimento di 3 CFU, oltre ai 3 CFU di tirocinio obbligatori per tutti gli studenti. Come precisato nelle caratteristiche della prova finale, parte dei crediti di tirocinio potranno essere attribuiti alla prova finale.

#### Note relative alle attività caratterizzanti