

**Università degli Studi di Firenze**  
**Ordinamento didattico**  
**del Corso di Laurea Magistrale**  
**in INTELLIGENZA ARTIFICIALE**

**D.M. 22/10/2004, n. 270**

**Regolamento didattico - anno accademico 2021/2022**

**ART. 1 Premessa**

Denominazione del corso	INTELLIGENZA ARTIFICIALE
Denominazione del corso in inglese	
Classe	LM-32 Classe delle lauree magistrali in Ingegneria informatica
Facoltà di riferimento	INGEGNERIA
Altre Facoltà	
Dipartimento di riferimento	Ingegneria dell'Informazione
Altri Dipartimenti	
Durata normale	2
Crediti	120
Titolo rilasciato	Laurea Magistrale in INTELLIGENZA ARTIFICIALE
Titolo congiunto	No
Atenei convenzionati	
Doppio titolo	
Modalità didattica	Convenzionale

## INTELLIGENZA ARTIFICIALE

Lingua/e di erogaz. della didattica	ITALIANO
Sede amministrativa	
Sedi didattiche	
Indirizzo internet	
Ulteriori informazioni	
Il corso è	Corso di nuova istituzione
Data di attivazione	
Data DM di approvazione	
Data DR di approvazione	
Data di approvazione del consiglio di facoltà	
Data di approvazione del senato accademico	23/12/2020
Data parere nucleo	
Data parere Comitato reg. Coordinamento	10/12/2020
Data della consultazione con le organizzazioni rappresentative a livello locale della produzione, servizi, professioni	16/06/2020
Massimo numero di crediti riconoscibili	
Corsi della medesima classe	INGEGNERIA INFORMATICA

Numero del gruppo di affinità	1
-------------------------------	---

## **ART. 2 Consultazione con le organizzazioni rappresentative - a livello nazionale e internazionale - della produzione di beni e servizi, delle professioni (Istituzione del corso)**

La consultazione si è svolta a livello di Dipartimento di Ingegneria dell'informazione. Hanno preso parte attiva i componenti di un gruppo di lavoro appositamente istituito per la progettazione della Laurea Magistrale in Intelligenza Artificiale.

### Studi di Settore

Tra i documenti consultati i più significativi a livello nazionale e internazionale sono risultati i seguenti:

LA RIVOLUZIONE DEI DATI E I NUOVI PROFILI ICT, Modis Digital Mismatch, 2020.

<https://www.modis.com/it-it/-/media/IT/pdf/white-paper-digital-mismatch.pdf>

Turning AI into concrete value: the successful implementers' toolkit, CapGemini Consulting, 2017.

<https://www.capgemini.com/consulting-de/wp-content/uploads/sites/32/2017/09/artificial-intelligence-report.pdf>

McKinsey: l'innovazione in Italia vale +13% di Pil entro il 2030, Il Sole 24 Ore, 09/10/2020

[https://www.ilsole24ore.com/radiocor/nRC\\_09.10.2019\\_14.47\\_37216287](https://www.ilsole24ore.com/radiocor/nRC_09.10.2019_14.47_37216287)

The road to AI: Investment dynamics in the European ecosystem, Roland Berger, 2019.

[https://www.rolandberger.com/publications/publication\\_pdf/MKT\\_Publi\\_19\\_013\\_The\\_road\\_to\\_AI\\_FINAL\\_2.pdf](https://www.rolandberger.com/publications/publication_pdf/MKT_Publi_19_013_The_road_to_AI_FINAL_2.pdf)

Consultazioni Dirette: Rappresentanti del Mondo Di Lavoro (16/06/2020)

Si è riunito il 16 giugno 2020 in videoconferenza il gruppo di lavoro sulla proposta di laurea

magistrale in Intelligenza Artificiale insieme ai rappresentanti di aziende ed enti del territorio interessati al tema AI per presentare l'ipotesi di progetto formativo e raccogliere osservazioni e spunti di miglioramento, in particolare relativamente a:

1. Identificazione dei profili professionali di riferimento del Corso e relativi sbocchi occupazionali;
2. Definizione degli obiettivi formativi, dei risultati di apprendimento attesi;
3. Il quadro delle attività formative, che permetteranno allo studente l'acquisizione dei risultati di apprendimento attesi, e delle rispettive modalità di verifica.

Presenti erano rappresentanti di: ALSTOM Group, Baker Hughes S.p.a., Dr Wolf S.r.l., Engineering Ingegneria Informatica S.p.A., ETT S.p.A., IBM Italy, Istituto per lo Studio, la Prevenzione e la Rete Oncologica (ISPRO), Lascaux S.r.l., Leonardo S.p.A., NVIDIA Corporation, Magenta S.r.l., QUID INFORMATICA, SAIMA SICUREZZA SPA, SPORTEAMS S.r.l., Var Group S.p.A., Verizon Connect Inc.

Questa riunione ha seguito numerosi contatti individuali avvenuti in via informale e vuole essere un primo momento di formale condivisione di una strategia generale che vede nell'attivazione del percorso formativo un tassello di un quadro più complessivo attraverso cui imprese del territorio attive sul tema AI e centri/laboratori di ricerca dell'ateneo fiorentino che svolgono ricerca su tematiche AI o che usano tecnologie AI come strumento di innovazione in altri campi, possono individuare sinergie e collaborazioni finalizzate al reciproco rafforzamento di competenze e competitività.

## Esiti

Gli studi di settore confermano che le lauree in Ingegneria si confermano tra le più richieste in Italia, con un mancato fabbisogno allocato in una forbice tra le 22k e 34k unità (24% - 37% di carenza) solo per le lauree in ingegneria. La richiesta di professionisti ICT cresce mediamente del 26% ogni anno, con punte del 90% per quanto riguarda i nuovi profili come il business analyst o tutti quelli relativi ai big data, a sottolineare l'evoluzione verso l'azienda data-driven. In fine, un sondaggio sottoposto a 993 aziende mostra che l'83% delle aziende intervistate ha dichiarato che l'intelligenza artificiale ha creato nuovi posti di lavoro, il 67% dei quali sono ruoli di tipo dirigenziale. Anche lo studio dell'osservatorio sull'intelligenza artificiale individua un mercato del lavoro emergente per le figure legate all'intelligenza artificiale considerato che il 33% delle aziende analizzate ha dovuto rivolgersi a nuove figure per implementare soluzioni AI nei loro processi.

La valutazione nel complesso dai rappresentanti del mondo del lavoro è altamente positiva, i partecipanti condividono l'utilità di attivare un percorso specifico, che permetta di evidenziare le specificità della figura di esperto in Intelligenza Artificiale. Si analizzano in particolare le attività formative che permetterebbero di caratterizzare e rendere maggiormente appetibili per il mercato del lavoro le nuove figure professionali, in base all'esperienza delle imprese.

I rappresentanti del mondo di lavoro hanno rimarcato l'importanza di un corso di laurea magistrale ad hoc ed allo stesso tempo rimarcato l'importanza che questo non miri alla formazione di figure troppo specializzate su singoli tipi di dati quanto piuttosto all'acquisizione di una serie di strumenti e metodi che dotino lo studente di occhio critico e informato sugli ultimi sviluppi e sulle possibilità offerte dallo stato dell'arte della teoria e della pratica dell'AI oggi. Inoltre, questo giudizio informato deve essere anche in grado di contestualizzare questi elementi dell'avanguardia e adattarli a problemi sempre nuovi e diversi. Il Gruppo di Lavoro ha progettato il Corso di Laurea in Intelligenza Artificiale con questa osservazione in mente, sviluppando dunque con un'offerta di esami caratterizzanti e affini ben diversificata. La suddetta offerta formativa permette allo studente di acquisire competenze trasversali e applicabili in molteplici ambiti e di conseguenza altamente spendibili nel mercato di lavoro. Altro fattore chiave al soddisfacimento di questa esigenza è l'integrazione di 9 CFU obbligatori di Project Work selezionati dallo studente da tre ambiti di applicazione diversi.

E' stata inoltre evidenziata -- da rappresentanti di Leonardo S.p.A., NVIDIA Corporation, IBM, e Verizon Connect -- l'importanza di competenze in ambito Machine Learning Operations (MLOps) per accelerare i tempi di sperimentazione e sviluppo dei modelli e la loro distribuzione nell'ambiente di produzione, come anche di acquisire consapevolezza di moderne architetture di calcolo che saranno necessarie per l'addestramento di modelli sempre più complessi. Infine è stata posta l'attenzione sulla necessità di competenze di progetto e sviluppo software per abilitare il trasferimento dei prototipi sulle piattaforme di produzione (DevOps). Per rispondere a tutti questi fattori rilevanti e in generale agli aspetti pratici dell'intelligenza artificiale contemporanea, nel piano formativo del CdLM in Intelligenza Artificiale è stato progettato un nuovo insegnamento su Parallel Programming for Machine Learning all'interno del quale saranno trattati questi argomenti.

In fine è stata rimarcata -- dai rappresentanti di Leonardo S.p.A., SPORTEAMS S.r.l. e IBM Italy -- l'importanza dell'erogazione di conoscenze in ambito giuridico dato l'impatto che le

tecnologie di AI hanno sulla privacy ed il loro uso in relazione alla raccolta ed elaborazione di dati come anche a problematiche di bias su dati ed algoritmi. In collaborazione con docenti di giurisprudenza è stato progettato un insegnamento su Rights and Rules for Artificial Intelligence che fornirà queste conoscenze.

Consultazioni Dirette: Comitato di Indirizzo per l'area dell'Ingegneria dell'Informazione (02/12/2020)  
Il giorno 2 dicembre 2020, alle ore 17.00, si è riunito in via telematica attraverso videocollegamento Meet il Comitato di Indirizzo per l'area dell'Ingegneria dell'Informazione. Durante la riunione è stata presentata la proposta di istituzione del Corso di Laurea Magistrale in Intelligenza Artificiale (LM32). Sono state descritte le motivazioni che hanno reso necessaria una riformulazione dell'offerta nella classe delle lauree magistrali in Ingegneria Informatica (LM32) chiedendo l'attivazione di un nuovo CdL magistrale in Intelligenza Artificiale che affianca l'esistente CdL magistrale in Ingegneria Informatica e che a sua volta viene aggiornato da una parte per non formare più le figure che in futuro verranno formate dal nuovo CdLM in AI e dall'altra per formare nuove figure derivanti dal rafforzamento dell'offerta in chiave interdisciplinare con l'area delle reti di telecomunicazione. Sono stati inoltre descritti gli obiettivi formativi del CdL magistrale in Intelligenza Artificiale fornendo un quadro completo delle conoscenze e capacità di applicare tali conoscenze che gli studenti avranno modo di acquisire durante il percorso. Tali conoscenze sono messe in relazione con il quadro del monitoraggio del mondo delle professioni precedentemente descritto.

Al termine delle presentazioni della proposta di aggiornamento dell'offerta formativa c'è unanime consenso tra i partecipanti che confermano come le nuove figure che si intendono formare corrispondano alle richieste del mondo del lavoro e ritengono adeguate le conoscenze e competenze con cui i percorsi formativi presentati intendono qualificare le figure formate.

Data del parere: 16/06/2020

### **ART. 3 Sintesi del parere del comitato regionale di coordinamento**

#### COMITATO REGIONALE DI COORDINAMENTO DELLE UNIVERSITA' TOSCANE

Verbale dell'adunanza del 10 dicembre 2020

Il giorno 10 dicembre 2020, alle ore 10.00, per via telematica, si è svolta la riunione del Comitato Regionale di Coordinamento delle Università Toscane, convocato con nota prot. 119379 del 4/12/2020, per trattare il seguente ordine del giorno:

1) Università degli Studi di Firenze

Scuola di Agraria

- Corso di Laurea Professionalizzante in "Tecnologie e trasformazioni avanzate per il settore legno arredo/edilizia" (classe L-P02)

Scuola di Ingegneria

- Corso di Laurea Magistrale in "Intelligenza Artificiale" (classe LM-32).

Scuola di Studi Umanistici e della Formazione

- Corso di Laurea Magistrale in "Mediazione Interculturale e Interreligiosa" (classe LM-64).

[OMISSIS]

1) Università degli Studi di Firenze

Scuola di Agraria

- Corso di Laurea Professionalizzante in "Tecnologie e trasformazioni avanzate per il settore legno arredo/edilizia" (classe L-P02)

Scuola di Ingegneria

- Corso di Laurea Magistrale in "Intelligenza Artificiale" (classe LM-32).

Scuola di Studi Umanistici e della Formazione

- Corso di Laurea Magistrale in "Mediazione Interculturale e Interreligiosa" (classe LM-64).

Il Comitato Regionale di Coordinamento

Esprime

parere favorevole su tutte le proposte presentate dall'Università degli Studi di Firenze.

#### **ART. 4 Obiettivi formativi specifici del corso e descrizione del percorso formativo**

Il Corso di Laurea Magistrale in Intelligenza Artificiale (Artificial Intelligence Engineering) forma figure professionali di elevato livello, dotate di padronanza dei metodi della modellazione, delle tecniche algoritmiche, della statistica, dell'ottimizzazione e dei contenuti tecnico-scientifici ed organizzativi tipici dell'Ingegneria Informatica. Il livello di approfondimento dei temi trattati durante il percorso formativo caratterizza il Laureato Magistrale per un'elevata preparazione tecnico-culturale nei diversi campi dell'intelligenza artificiale a livello teorico, metodologico, ed applicativo. Il laureato ha consapevolezza e capacità di assunzione di responsabilità per una molteplicità di ruoli e figure professionali, oggi estremamente ricercate nell'ambito della ricerca e sviluppo industriale, in modo pervasivo e pressoché trasversale rispetto ai diversi settori produttivi.

##### Gli obiettivi formativi

Il laureato magistrale in Intelligenza Artificiale sa comprendere, utilizzare e personalizzare le tecnologie consolidate e quelle più avanzate del settore. È in grado di apprendere oltre la laurea avendo sviluppato capacità di (a) comprendere la letteratura scientifica del settore, (b) di riprodurre risultati sperimentali riportati in letteratura, e (c) di applicare tecniche algoritmiche note a problemi nuovi che potrà incontrare in ambito lavorativo.

##### Il percorso formativo

Gli obiettivi sopra elencati saranno conseguiti (a) principalmente durante la frequenza degli insegnamenti specialistici del settore ed il relativo studio individuale, (b) nello svolgimento delle attività sperimentali previste nell'ambito di specifici moduli formativi progettuali, (c) nel lavoro relativo alla tesi di laurea. In particolare:

- per quanto riguarda (a) il percorso formativo prevede un nucleo di base di insegnamenti obbligatori (dove vengono appresi concetti e metodologie fondamentali nell'area



dell'apprendimento automatico e delle sue applicazioni, dell'ottimizzazione continua e discreta, e delle architetture multi-agente), un ampio insieme di insegnamenti a scelta vincolata su temi verticali specifici dell'AI (come ad esempio la visione computazionale, tecniche specifiche di data mining, metodi di apprendimento geometrico, algoritmi di apprendimento quantistico), un insieme di insegnamenti a scelta vincolata tipici dell'ingegneria informatica strettamente correlati con l'AI (come ad esempio il calcolo parallelo o le tecnologie "big-data"), ed un insieme di insegnamenti a scelta vincolata interdisciplinari che offrono al laureato un contesto ampio delle implicazioni dell'AI anche al di fuori dall'informatica (come ad esempio aspetti legali, o aspetti di ingegneria industriale relativi al marketing o al risparmio gestito).  
- per quanto riguarda (b) sono previsti almeno tre moduli formativi progettuali, ciascuno dei quali è associato ad un insegnamento del corso di studio, prevede lo svolgimento di un elaborato svolto con indipendenza e consente di acquisire crediti formativi.

## **ART. 5 Risultati di apprendimento attesi**

### **5.1 Conoscenza e capacità di comprensione (knowledge and understanding)**

Gli studenti conseguono conoscenze e capacità di comprensione approfondite nel campo dell'Intelligenza Artificiale, ad un livello che include la conoscenza di temi tecnologicamente rilevanti ed avanzati per questi ambiti. I laureati dovranno conoscere e comprendere:

- a) I fondamenti del machine learning;
- b) Gli strumenti computazionali e architetture;
- c) Le tecniche avanzate di intelligenza artificiale e la loro applicazione in particolari domini.

In particolare, per quanto riguarda il punto a), dovranno conoscere gli elementi fondamentali della teoria statistica dell'apprendimento automatico, i metodi di indagine statistica per l'analisi dei dati e dei processi, le tecniche di ottimizzazione continua e combinatoria, i modelli e gli algoritmi numerici per supervised learning, unsupervised learning, reinforcement learning. Queste conoscenze verranno

**ART. 5 Risultati di apprendimento attesi**

conseguite e verificate in insegnamenti offerti dal settore caratterizzante ING-INF/05 (Sistemi di elaborazione delle informazioni), e i settori affini SECS-S/01 (Statistica), MAT/09 (Ricerca operativa), MAT/01 (Logica) e MAT/06 (Probabilità e statistica matematica).

In relazione al punto b), dovranno conoscere gli strumenti per il progetto software su architetture GPU e distribuite, i principali modelli e tecniche di modellazione di conoscenze, le architetture principali di elaborazione e gestione di Big Data, le tecniche di modellazione stocastica. Queste conoscenze verranno conseguite e verificate in attività formative offerte dal settore caratterizzante ING-INF/05 (Sistemi di elaborazione delle informazioni), e il settore affine INF/01 (Informatica).

Con riferimento al punto c), dovranno conoscere le tecniche di deep learning per supervised learning, unsupervised learning, reinforcement learning, i modelli per lo studio della dinamica di sistemi ad agenti, le principali tecniche di pattern recognition e machine learning, supervisionato e non, per l'analisi di dati di natura eterogenea, i modelli di visione artificiale e della loro applicazione per l'analisi di immagini e video, i modelli per la rappresentazione ed elaborazione del linguaggio naturale. L'intelligenza artificiale è un argomento trasversale che trova applicazioni in diversi ambiti. Perciò le competenze e conoscenze del punto c) verranno conseguite e verificate in attività formative offerte dai settori caratterizzanti ING-INF/05 (Sistemi di elaborazione delle informazioni), ING-INF/04 (Automatica), e in attività formative scelte da una gamma di settori affini che include FIS/01-05 (Fisica sperimentale; Fisica teorica, modelli e metodi matematici; Fisica della materia, Fisica nucleare e subnucleare, Astronomia e astrofisica), M-PSI/02 (Psicobiologia e psicologia fisiologica), IUS/08 (Diritto costituzionale), IUS/20 (Filosofia del diritto), ING-IND/17 (Impianti industriali meccanici), SECS-P/08 (Economia e gestione delle imprese), ING-IND/35 (Ingegneria economico-gestionale) e ING-IND/13 (Meccanica applicata alle macchine).

La verifica delle conoscenze avviene principalmente tramite esami scritti e orali, relazioni, esercitazioni e attività progettuali in cui lo studente dimostra la padronanza di strumenti e metodologie e autonomia critica. La verifica delle

**ART. 5 Risultati di apprendimento attesi**

conoscenze relative al punto b) prevede anche lo svolgimento di compiti in cui lo studente dimostra la padronanza di strumenti e metodologie e autonomia critica. Per quanto riguarda la verifica delle conoscenze relative al punto c), è prevista la possibilità di abbinare attività di project work in cui lo studente deve dimostrare la capacità di applicare le conoscenze acquisite in contesti progettuali.

I laureati devono conseguire conoscenze e capacità di comprensione in un campo di studi di livello post secondario e devono essere ad un livello che, caratterizzato dall'uso di libri di testo avanzati, includa anche la conoscenza di alcuni temi d'avanguardia nel proprio campo di studi.

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

I laureati devono essere in grado di applicare le conoscenze sopra elencate sviluppando abilità progettuali in vari domini di interesse. In particolare, il laureato magistrale è in grado di progettare e sviluppare sistemi con forti componenti innovative e multidisciplinari:

- nell'analisi dei dati, dei processi, con tecniche statistiche;
- negli ambiti supervised learning, unsupervised learning, reinforcement learning con tecniche di ottimizzazione;
- nell'analisi di immagini e video e nell'elaborazione del linguaggio naturale con modelli e algoritmi di deep learning;
- nell'ambito della robotica intelligente usando i metodi e modelli principali per la modellazione di agenti autonomi;
- nell'estrazione di informazione da grandi quantità di dati con modelli e algoritmi, sia supervisionati che non supervisionati, e strumenti computazionali per Big Data;
- nella manutenzione predittiva in ambito industriale e produttivo con tecniche di machine learning.

Per la verifica di queste competenze, lo studente avrà la possibilità di abbinare attività di project work ad alcune attività formative in cui deve dimostrare la capacità di applicare le conoscenze acquisite in contesti progettuali.

## **ART. 5 Risultati di apprendimento attesi**

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

Il Corso di Laurea Magistrale in Intelligenza Artificiale dell'Università di Firenze è progettato perché gli studenti abbiano la capacità di integrare le conoscenze e gestire la complessità, nonché di formulare giudizi sulla base di informazioni limitate o incomplete, includendo la riflessione sulle responsabilità sociali ed etiche collegate all'applicazione delle loro conoscenze e giudizi.

Infatti gli studenti:

- maturano la capacità di identificare, localizzare e ottenere i dati richiesti;
- hanno la capacità di progettazione e conduzione di indagini analitiche, attraverso l'uso di modelli e tecniche sperimentali;
- hanno la capacità di interpretazione di dati tratti dalla realtà o da simulazioni, poiché ricevono le basi modellistiche, informatiche e statistiche in appositi corsi e sono chiamati ad utilizzarle nelle attività sperimentali; e
- hanno la capacità di valutare criticamente dati e risultati e trarre conclusioni.

L'autonomia di giudizio viene sviluppata mediante le attività che richiedono allo studente uno sforzo personale, quale la produzione di un elaborato autonomo, nei singoli corsi o per la prova finale, ma viene implementata anche in quelle attività di gruppo dove dalla dialettica fra i partecipanti possono emergere le individualità e le capacità di leadership. Il raggiungimento dell'obiettivo formativo è dimostrato dal superamento delle prove d'esame orali o scritte in forma di tema o di elaborati progettuali in senso lato. La verifica del raggiungimento dell'obiettivo per le attività formative sperimentali di aula non ha in genere carattere fiscale.

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

Il Corso di Laurea Magistrale in Intelligenza Artificiale dell'Università di Firenze è progettato perché gli studenti sappiano comunicare in modo chiaro e privo di ambiguità le loro conclusioni, nonché le conoscenze e la ratio ad esse sottese, a interlocutori specialisti e non specialisti.

In particolare lo studente:

- migliora le sue capacità di operare efficacemente individualmente e come

**ART. 5 Risultati di apprendimento attesi**

componente di un gruppo;

migliora la sua capacità di presentare in forma scritta o verbale, eventualmente multimediale, le proprie argomentazioni e i risultati del proprio studio o lavoro; la prova finale, in particolare, è strutturata per verificare tale abilità, ma anche nelle prove dei singoli insegnamenti possono essere previste presentazioni dei risultati del proprio lavoro; e

dimostra un livello adeguato di conoscenza della lingua inglese sia nella comprensione delle fonti che per comunicare le proprie idee; è tra l'altro richiesta la predisposizione di una sintesi del lavoro di tesi, in lingua inglese, secondo gli standard delle comunicazioni tecnico-scientifiche internazionali, in previsione di poter lavorare e comunicare efficacemente in contesti internazionali.

Le abilità comunicative interpersonali sono sviluppate nella partecipazione ad attività di project work, prevalentemente organizzate per gruppi, oltre che nelle attività di apprendimento sperimentale. Le abilità comunicative in pubblico sono sviluppate nella realizzazione di presentazioni degli elaborati progettuali, laddove previsti, con eventuali ausili multimediali, e soprattutto nella prova finale. Esperienze all'estero e attività di tirocinio, inoltre, sono momenti topici per lo sviluppo di abilità comunicative.

La verifica del raggiungimento degli obiettivi consiste nelle valutazioni d'esame, laddove la presentazione dei risultati sia parte essenziale della prova d'esame, oltre che nella valutazione globale del candidato nell'esame di laurea da parte della commissione. Le abilità relazionali maturate durante stage e tirocini sono evidenziate nelle apposite relazioni predisposte dai tutor previsti.

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

Il Corso di Laurea Magistrale in Intelligenza Artificiale dell'Università di Firenze è progettato perché gli studenti sviluppino quelle capacità di apprendimento che consentano loro di continuare a studiare per lo più in modo auto-diretto o autonomo.

## **ART. 5 Risultati di apprendimento attesi**

Lo studente infatti alle prese con una materia in costante evoluzione, riconosce la necessità dell'apprendimento autonomo durante tutto l'arco della vita e matura la capacità di impegnarsi; le attività di tirocinio e project work sono infatti i primi momenti significativi nei quali lo studente deve dimostrare autonomia di iniziativa e implementazione delle proprie conoscenze, posto di fronte a problemi reali non predisposti per lui a fini didattici.

La capacità di apprendere in forma prevalentemente guidata è sviluppata nella preparazione degli esami orali, nella redazione di elaborati progettuali e relazioni. E' però nella redazione dell'elaborato di tesi per la prova finale, soprattutto se svolto in occasione di un tirocinio o uno stage, che lo studente sviluppa e dimostra capacità di apprendimento autonomo.

La verifica del raggiungimento dell'obiettivo è legata ai risultati di profitto nella didattica tradizionale, e alle relazioni apposite dei tutor previsti per le attività di stage e tirocinio.

## **ART. 6 Conoscenze richieste per l'accesso**

Per essere ammessi al corso di laurea magistrale in Artificial Intelligence occorre essere in possesso di una laurea o del diploma universitario di durata triennale, ovvero di altro titolo di studio conseguito all'estero e riconosciuto idoneo. Occorre inoltre il superamento di una verifica dell'adeguatezza della personale preparazione.

### **REQUISITI CURRICULARI**

Per l'accesso al corso è richiesto:

- 1) Possesso di una laurea nelle seguenti classi:  
Classi ex D.M. 270/04

- L-8 Ingegneria dell'informazione
- L-30 Scienze e tecnologie fisiche
- L-31 Scienze e tecnologie informatiche
- L-35 Scienze matematiche
- L-41 Statistica

2) o, in alternativa, in possesso di una laurea in un'altra classe avendo conseguito almeno 72 CFU negli SSD:

- INF/01 - Informatica
- ING-INF/04 - Automatica
- ING-INF/05 - Sistemi di elaborazione delle informazione
- MAT/02 - Algebra
- MAT/03 - Geometria
- MAT/05 - Analisi matematica
- MAT/06 - Probabilità e statistica matematica
- MAT/07 - Fisica matematica
- MAT/08 - Analisi numerica
- MAT/09 - Ricerca operativa
- SECS-S/01 - Statistica
- SECS-S/02 - Statistica per la ricerca sperimentale e tecnologica
- FIS/01- Fisica sperimentale
- FIS/03 - Fisica della materia

Il possesso dei requisiti curriculari di accesso verrà verificato da una apposita Commissione di Valutazione nominata dalla struttura didattica di competenza. Ai laureati che non soddisfano i requisiti riportati nella Tabella per una differenza inferiore a 30 CFU la Commissione di valutazione proporrà un percorso formativo preliminare all'iscrizione che prevede il superamento di esami di CdL tali da compensare le carenze esistenti.

## REQUISITI DI PREPARAZIONE PERSONALE

L'ammissione al corso di laurea magistrale è subordinata all'accertamento dell'adeguata preparazione personale, che verrà effettuata secondo le modalità definite nel Regolamento Didattico del Corso di Studio.

L'accesso al corso richiede inoltre, in conformità alle nuove direttive comunitarie per i corsi universitari di secondo livello, una conoscenza della lingua inglese ad un livello non inferiore al B2 del Quadro comune europeo di riferimento per la conoscenza delle lingue dimostrabile mediante idoneo certificato rilasciato dal Centro Linguistico di Ateneo o presso altri Enti riconosciuti internazionalmente.

## **ART. 7 Caratteristiche della prova finale**

Le caratteristiche della prova finale (tesi) sono le seguenti:

- 1) Il giudizio sulla prova finale è affidato ad una commissione di laurea. Tale commissione, valutata la prova finale, provvede a determinare il voto di laurea.
- 2) La prova mira a valutare la capacità del candidato di svolgere in completa autonomia: l'approfondimento di un'attività di progettazione o di ricerca, documentata in una dissertazione scritta; l'illustrazione in forma di presentazione scritta e orale del lavoro svolto.
- 3) La prova finale rappresenta un'importante occasione formativa per lo studente.
- 4) L'elaborato di tesi dovrà avere caratteristiche di originalità.
- 5) La tesi è svolta sotto la guida di almeno due relatori (docenti universitari) scelti dallo studente; qualora tale attività sia condotta esternamente, presso aziende e/o Enti, ai relatori universitari si affianca, di norma, un tutore dell'ente esterno.

## **ART. 8 Sbocchi Professionali**

### **Analista e progettista di moduli e sistemi basati su Intelligenza Artificiale**

#### **8.1 Funzioni**

Si intende formare ingegneri che possano inserirsi con successo in gruppi di lavoro orientati alla progettazione o alla manutenzione di specifici componenti software finalizzati ai diversi ambiti applicativi dell'AI. Esempi importanti sono:  
- Visione artificiale, ovvero componenti finalizzati all'analisi, interpretazione e



## **ART. 8 Sbocchi Professionali**

generazione di immagini e video

- Linguaggio naturale, dove i dati hanno una significativa componente testuale. Esempi includono strumenti per la comprensione del testo, sistemi per la conversazione automatica, modelli per l'analisi del sentimento, tecniche di estrazione di informazione strutturata da testo libero, generazione di testo, traduzione automatica tra diverse lingue.
- Nell'ambito di sistemi di supporto alle decisioni, ad esempio per moduli in grado di estrarre dai dati storici informazioni rilevanti, per la gestione ottimizzata dei processi di produzione, di scorte, di magazzino, di approvvigionamento, di distribuzione.
- L'analisi di dati di mercato, dove le tecniche di analisi predittiva possono essere utilizzate per la determinazione dinamica dei prezzi e per la pubblicità personalizzata, lo sviluppo di strumenti per l'assistenza virtuale, di algoritmi per la previsione della domanda e per la cura dei contenuti con tecniche di filtraggio collaborativo e di analisi semantica.
- Automazione di impianti e processi, diagnostica e manutenzione predittiva, dove moduli software possano migliorare l'efficienza e la sicurezza dei processi produttivi, riconoscere e predire la presenza di problemi e difetti nell'operazione di macchinari, individuare i tempi per la manutenzione di componenti soggetti a usura o danneggiamento

In questi contesti il laureato potrà eventualmente crescere in azienda fino a raggiungere ruoli di coordinamento o di dirigenza.

### **8.2 Competenze**

La figura professionale deve essere in grado di comprendere in profondità i metodi, le architetture e le idee algoritmiche fondamentali nell'area dell'apprendimento statistico e nell'area estesa del deep learning. Deve saper programmare nei principali frameworks software del settore. Deve saper applicare le principali tecniche di ottimizzazione. Deve inoltre avere competenze specifiche su un ampio numero di strategie adottate in letteratura per risolvere i principali compiti in visione computazionale, elaborazione del linguaggio naturale,

**ART. 8 Sbocchi Professionali**

apprendimento con rinforzo, sistemi di raccomandazione.

**8.3 Sbocco**

Progettista/analista in aziende operanti nel progetto e sviluppo di tecnologie informatiche  
Aziende di servizi informatici

**Il corso prepara alle professioni di**

Classe		Categoria		Unità Professionale	
2.1.1	Specialisti in scienze matematiche, informatiche, chimiche, fisiche e naturali	2.1.1.4	Analisti e progettisti di software	2.1.1.4.2	Analisti di sistema
2.1.1	Specialisti in scienze matematiche, informatiche, chimiche, fisiche e naturali	2.1.1.4	Analisti e progettisti di software	2.1.1.4.3	Analisti e progettisti di applicazioni web
2.6.2	Ricercatori e tecnici laureati nell'università	2.6.2.3	Ricercatori e tecnici laureati nelle scienze ingegneristiche e dell'architettura	2.6.2.3.2	Ricercatori e tecnici laureati nelle scienze ingegneristiche industriali e dell'informazione

## **ART. 9 Motivi dell'istituzione di più corsi nella classe**

Esiste a Firenze un corso di laurea magistrale in Ingegneria Informatica che attualmente comprende (in forme diverse) alcuni degli ingredienti didattici del corso di studio qui proposto. Tale corso ha una natura generalista che include competenze di AI assieme a competenze diverse come l'elaborazione di dati multimediali, le architetture software, le metodologie di verifica, i metodi di valutazione quantitativa, i sistemi distribuiti, algoritmi ed infrastrutture per le reti.

Sia a livello di ricerca scientifica che a livello di applicazioni industriali, l'AI sta d'altra parte occupando una parte preponderante nell'ambito dei sistemi di elaborazione dei dati e non c'è spazio sufficiente per approfondire tutti gli aspetti in un corso di laurea magistrale generalista. Gli ingegneri chiamati a lavorare in ambito AI necessitano quindi di competenze informatiche specifiche piuttosto diverse da un generico ingegnere informatico. A questo si aggiunge il fatto che l'AI necessita di profonde conoscenze in statistica in quanto i metodi di maggiore successo sono attualmente guidati in modo preponderante dai dati. Infine, la natura interdisciplinare dell'AI richiede di acquisire competenze in ambiti diversi come la fisica (per il calcolo quantistico), le neuroscienze cognitive (da cui molti modelli computazionali traggono ispirazione) la giurisprudenza (per quanto riguarda gli aspetti etici e di impatto sulla società legati alla presenza di macchine intelligenti in ambienti storicamente occupati dai soli umani).

## **ART. 10 Quadro delle attività formative**

INTELLIGENZA ARTIFICIALE

**LM-32 - Classe delle lauree magistrali in Ingegneria informatica**

Tipo Attività Formativa: <b>Caratterizzante</b>		CFU		GRUPPI	SSD
Ingegneria informatica		45	54		ING-INF/04 AUTOMATICA
					ING-INF/05 SISTEMI DI ELABORAZIONE DELLE INFORMAZIONI
<b>Totale Caratterizzante</b>	<b>45</b>	<b>54</b>			

Tipo Attività Formativa: <b>Affine/Integrativa</b>		CFU		GRUPPI	SSD
Attività formative affini o integrative		36	54	A11 (12-21)	MAT/01 LOGICA MATEMATICA
					MAT/06 PROBABILITÀ E STATISTICA MATEMATICA
					SECS-S/01 STATISTICA
				A12 (6-15)	INF/01 INFORMATICA
					MAT/09 RICERCA OPERATIVA
				A13 (12-24)	FIS/01 FISICA SPERIMENTALE
					FIS/02 FISICA TEORICA, MODELLI E METODI MATEMATICI
					FIS/03 FISICA DELLA MATERIA
					FIS/04 FISICA NUCLEARE E SUBNUCLEARE
					FIS/05 ASTRONOMIA E ASTROFISICA
					ING-IND/13 MECCANICA APPLICATA ALLE MACCHINE
					ING-IND/17 IMPIANTI INDUSTRIALI MECCANICI
					ING-IND/35 INGEGNERIA ECONOMICO-
					IUS/08 DIRITTO COSTITUZIONALE

INTELLIGENZA ARTIFICIALE

				IUS/20	FILOSOFIA DEL DIRITTO
				M-PSI/02	PSICOBIOLOGIA E PSICOLOGIA FISIOLÓGICA
				SECS-P/08	ECONOMIA E GESTIONE DELLE

<b>Totale Affine/Integrativa</b>	<b>36</b>	<b>54</b>
----------------------------------	-----------	-----------

<b>Tipo Attività Formativa: A scelta dello studente</b>	CFU		GRUPPI	SSD	
A scelta dello studente	8	15			

<b>Totale A scelta dello studente</b>	<b>8</b>	<b>15</b>
---------------------------------------	----------	-----------

<b>Tipo Attività Formativa: Lingua/Prova Finale</b>	CFU		GRUPPI	SSD	
Per la prova finale	12	24			

<b>Totale Lingua/Prova Finale</b>	<b>12</b>	<b>24</b>
-----------------------------------	-----------	-----------

<b>Tipo Attività Formativa: Altro</b>	CFU		GRUPPI	SSD	
Ulteriori conoscenze linguistiche	0				
Abilità informatiche e telematiche	0				
Tirocini formativi e di orientamento	0	6			
Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro	0	9			
Valore totale se dato disaggregato non disponibile	0				

<b>Totale Altro</b>	<b>1</b>	<b>15</b>
---------------------	----------	-----------

<b>Tipo Attività Formativa: Per stages e tirocini</b>	CFU		GRUPPI	SSD	
Per stages e tirocini presso imprese, enti pubblici o privati, ordini professionali	0	6			

<b>Totale Per stages e tirocini</b>	<b>0</b>	<b>6</b>
-------------------------------------	----------	----------

<b>Totale generale crediti</b>	<b>102</b>	<b>168</b>
--------------------------------	------------	------------

### **ART. 11 Comunicazioni dell'ateneo al CUN**

Si fa riferimento all'ultima osservazione del CUN, che inizia con "La tabella delle attività deve essere riformulata...". Per recepire questa osservazione è stata riformulata la tabella delle attività affini e integrative, individuando tre gruppi di attività tematicamente coerenti rispetto alla figura di specialista in Intelligenza Artificiale che il Corso di Laurea intende formare. Allo stesso tempo, abbiamo ampliato i settori IUS e FIS nel gruppo A13 per rispecchiare meglio i contributi di queste aree alla qualificazione dei contenuti del percorso formativo. L'eterogeneità di questo terzo gruppo rispecchia la trasversalità dei fondamenti scientifici e dei domini applicativi dell'Intelligenza Artificiale.

La riformulazione della tabella delle attività formative, insieme alla revisione del Quadro A4.b1 che ora declina in maggior dettaglio i descrittori di Dublino e lega il loro conseguimento esplicitamente ad attività di settori disciplinari specifici, rende leggibile l'ordinamento e dà valore al significato culturale del percorso formativo rispetto alla figura professionale che si intende formare.