

<b>Università</b>	Università degli Studi di UDINE
<b>Classe</b>	L-31 - Scienze e tecnologie informatiche
<b>Nome del corso in italiano</b>	Internet of Things, Big Data, Machine Learning <i>modifica di: Internet of Things, Big Data, Machine Learning (1406217)</i>
<b>Nome del corso in inglese</b>	Internet of Things, Big Data, Machine Learning
<b>Lingua in cui si tiene il corso</b>	italiano
<b>Codice interno all'ateneo del corso</b>	819^2020^819-9999^030129
<b>Data di approvazione della struttura didattica</b>	07/02/2024
<b>Data di approvazione del senato accademico/consiglio di amministrazione</b>	20/02/2024
<b>Data della consultazione con le organizzazioni rappresentative a livello locale della produzione, servizi, professioni</b>	20/12/2007 - 25/01/2008
<b>Data del parere favorevole del Comitato regionale di Coordinamento</b>	
<b>Modalità di svolgimento</b>	a. Corso di studio convenzionale
<b>Eventuale indirizzo internet del corso di laurea</b>	<a href="https://www.uniud.it/it/didattica/corsi/area-scientifica/scienze-matematiche-informatiche-multimediali-fisiche/laurea/internet-of-things-big-data-machine-learning">https://www.uniud.it/it/didattica/corsi/area-scientifica/scienze-matematiche-informatiche-multimediali-fisiche/laurea/internet-of-things-big-data-machine-learning</a>
<b>Dipartimento di riferimento ai fini amministrativi</b>	Scienze Matematiche, Informatiche e Fisiche
<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>• Informatica</li> </ul>
<b>Numero del gruppo di affinità</b>	1

### **Obiettivi formativi qualificanti della classe: L-31 Scienze e tecnologie informatiche**

Le lauree di questa classe forniscono 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 in questa classe sarà quindi in grado di concorrere alle attività di pianificazione, progettazione, sviluppo, direzione lavori, stima, collaudo e gestione di impianti e sistemi per la generazione, la trasmissione e l'elaborazione delle informazioni, con l'uso di metodologie standardizzate.

I laureati nei corsi di laurea della classe devono:

- possedere conoscenze e competenze nei vari settori delle scienze e tecnologie dell'informazione e della comunicazione mirate al loro utilizzo nella progettazione, sviluppo e gestione di sistemi informatici;
- avere capacità di affrontare e analizzare problemi e di sviluppare sistemi informatici per la loro soluzione;
- acquisire le metodologie di indagine ed essere in grado di applicarle in situazioni concrete con appropriata conoscenza degli strumenti matematici di supporto alle competenze informatiche;
- essere in grado di utilizzare efficacemente, in forma scritta e orale, almeno una lingua dell'Unione Europea, oltre l'italiano, nell'ambito specifico di competenza e per lo scambio di informazioni generali;
- essere capaci di lavorare in gruppo, di operare con definiti gradi di autonomia e di inserirsi prontamente negli ambienti di lavoro.

Gli ambiti occupazionali e professionali di riferimento per i laureati della classe sono quelli della progettazione, organizzazione, gestione e manutenzione di sistemi informatici (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. Potranno inoltre accedere ai livelli superiori di studio in area Informatica.

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

- comprendono in ogni caso attività finalizzate ad acquisire: strumenti di matematica discreta e del continuo; conoscenza dei principi, delle strutture e dell'utilizzo dei sistemi di elaborazione; tecniche e metodi di progettazione e realizzazione di sistemi informatici, sia di base che applicativi; conoscenza di settori di applicazione; è opportuno inoltre che siano previsti elementi di cultura aziendale e professionale ed elementi di cultura sociale e giuridica;
- devono prevedere in ogni caso, fra le attività formative nei diversi settori disciplinari, lezioni ed esercitazioni di laboratorio ed inoltre 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 e estere, anche nel quadro di accordi internazionali.

### **Sintesi della relazione tecnica del nucleo di valutazione**

La proposta di trasformazione del Corso tiene in debito conto la domanda di formazione proveniente dal mercato del lavoro e le esigenze espresse dalle famiglie e dagli studenti. Sono state effettuate analisi e previsioni occupazionali ed è stata rilevata una crescente domanda di formazione nell'ambito di riferimento del Corso. La trasformazione del Corso ha tenuto conto degli aspetti pregressi, con specifico riferimento all'attrattività, all'andamento ed alla tipologia degli iscritti, al consolidamento delle immatricolazioni, ai laureati (nella durata legale del Corso + 1) ed al livello di soddisfazione degli studenti. L'adeguatezza e la compatibilità della proposta con le risorse di docenza è stata attentamente presa in considerazione e trova già pieno riscontro e pertanto non è prevista l'acquisizione di nuovi docenti di ruolo. La docenza extra-universitaria coprirà una quota di CFU pari a circa il 13% del totale. Anche la capienza delle aule pare ben dimensionata. Infine, con riferimento agli obiettivi di razionalizzazione e qualificazione dell'offerta formativa, il Corso si apre alle esigenze del territorio con consultazioni e coinvolgimento dei soggetti pubblici e privati e prevede di dotarsi di indicatori di efficacia ed efficienza per la valutazione del progresso formativo e di metodologie didattiche innovative. Tenuto conto di tutto ciò e dell'impegno progettuale, nonché della rilevanza degli obiettivi prefissi e della coerenza degli interventi/strumenti corrispondenti, il Nucleo dà una valutazione positiva della proposta di trasformazione del Corso di laurea in Tecnologie web e multimediali, classe di laurea L-31.

### **Relazione del nucleo di valutazione per accreditamento**

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

La consultazione svoltasi il 20 dicembre 2007 ha coinvolto l'Associazione degli Industriali della Provincia di Udine e l'associazione professionale dei Laureati in Scienze dell'informazione ed Informatica (ALSI), sezione del Friuli Venezia Giulia.

In generale, è giunta conferma da parte di entrambe le associazioni dell'esigenza sul mercato di una solida ed aggiornata formazione nei vari aspetti dell'informatica ai fini di preparare specifici profili professionali, fra cui quelli di esperti del web e della multimedialità ricoprono un ruolo di sempre maggior rilievo.

L'Associazione Industriali ha sottolineato la recente nascita al proprio interno di uno specifico gruppo di interesse composto dalle numerose aziende operanti in ambito informatico a livello locale, dove il web e la multimedialità sono un settore in forte crescita. Il Coordinatore del Corso di studio in Tecnologie Web e Multimediali, o un suo delegato, è stato invitato a partecipare alle riunioni di tale gruppo al fine di mantenere un più stretto e frequente contatto.

La rappresentanza dell'Associazione Industriali ha poi affermato che vedrebbe con favore un aumento del numero di laureati locali in Tecnologie Web e Multimediali.

La rappresentanza dell'ALSI ha fornito utili suggerimenti e conferme sul rilievo da dare nel corso di Tecnologie Web e Multimediali ad alcuni insegnamenti informatici, quali Basi di Dati, Reti di Calcolatori e Ingegneria del Software, e ad alcuni aspetti tematici, quali Immagini e multimedialità e Progetto di siti e portali web. Tali indicazioni trovano piena corrispondenza nel percorso formativo offerto.

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

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

Il corso di studio in oggetto desidera orientare la preparazione dello studente verso l'area emergente dello sviluppo di applicazioni per il cosiddetto Internet of Things, e della analisi di "Big Data" utilizzando, anche, tecniche di Machine Learning, tecniche che il laureato potrà applicare anche ad altri ambienti applicativi (auto o droni a guida autonoma, riconoscimento facciale, riconoscimento del parlato, etc).

Il laureato sarà una figura ricercata dalla cosiddetta industria 4.0 e sarà inserito in contesti di acquisizione dei dati, anche tramite dispositivi IOT (dispositivi mobili: smartphone, tablet, droni; indossabili: smart watch, virtual video glasses, sensori medici), di analisi ed utilizzo dei dati stessi.

Per lo sviluppo di tali applicazioni, oltre alla conoscenza delle basi dell'AI, e del Machine Learning, sono necessarie solide basi in statistica, matematica discreta e del continuo, della programmazione, degli algoritmi, e dei contenuti di base del trattamento e dell'analisi dei dati.

Il percorso formativo della laurea in INTERNET OF THINGS, BIG DATA, MACHINE LEARNING segue il seguente schema.

Nel corso sono presenti, fin dal primo anno, gli insegnamenti tipici delle lauree triennali della classe L-31, quali la matematica nel discreto e nel continuo; la programmazione, gli algoritmi e l'ingegneria del software; l'architettura e le reti dei calcolatori, i sistemi operativi; le basi di dati e l'interazione uomo-macchina.

Più specificatamente, per le aree caratterizzanti il corso:

- Verranno fornite le basi fisico-elettroniche per la comprensione del funzionamento dei dispositivi IOT, con esercitazioni in laboratorio, e, a valle degli opportuni corsi di informatica, saranno fornite le basi informatiche dell'Internet of Things: l'attenzione si sposta dall'interazione uomo-macchina all'interazione diretta fra macchine, con lo studio teorico e pratico di protocolli ed algoritmi orientati alla trasmissione ed alla manipolazione efficiente di flussi di dati.
- Saranno offerti contenuti di fondamenti di scienza dei dati, di statistica, e di Machine Learning for Big Data, tutti con attività di laboratorio, atti a fornire le basi per la manipolazione, la presentazione e l'analisi dei (Big) dati.
- Saranno fornite competenze nelle aree Web-social con contenuti di Tecnologie Web e Multimediali, di Tecnologie Web per il Cloud, e di Social Computing con largo uso di laboratorio e intersezioni sensibili con l'analisi di Big Data.

Il Corso di Studio, quindi, fornisce pertanto conoscenze e competenze sia specifiche negli ambiti dell'Internet of Things, della scienza dei dati e dell'intelligenza artificiale, sia generali nell'area dell'informatica. Ciò consentirà al laureato sia di inserirsi nelle occupazioni dell'informatica tradizionale quali la progettazione, lo sviluppo, la gestione e manutenzione di sistemi informativi desktop e in cloud, che nelle attività legate all'Analisi dei (Big) dati, allo sviluppo di software per l'Internet of Things, e in progetti di sviluppo di applicazioni. Saprà operare con strumenti per l'analisi dei dati, anche utilizzando tecniche di machine learning; saprà selezionare, valutare, programmare, far comunicare tra loro periferiche per l'Internet of Things; installare, configurare, mantenere, sviluppare strumenti Web proprietari o pubblici e di integrarli con i sistemi informativi già utilizzati in azienda; organizzare e realizzare valutazioni sugli utenti.

Le solide basi teoriche di tipo matematico, statistico, e ovviamente informatico, permetteranno al laureato, sia l'ingresso nel mondo del lavoro, che la prosecuzione degli studi verso una laurea magistrale od un master di primo livello. Al fine di far sperimentare concretamente allo studente le nozioni apprese, come detto, il Corso è caratterizzato da una marcata presenza di attività di laboratorio e prevede inoltre tirocini presso le aziende quale parte integrante del percorso formativo, facilitando così il trasferimento delle competenze dall'Università alle aziende.

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

Nelle attività affini integrative e' prevista l'erogazione di corsi fondazionali nell'area della matematica del continuo. In particolare nell'area della analisi matematica (significato geometrico e algebrico di limiti, derivate, integrali, capacità di manipolazione di espressioni, applicazione per la risoluzione di problemi) e nell'area del calcolo della probabilità e della statistica (aspetti fondazionali di calcolo delle probabilità, statistica descrittiva e inferenziale, verifica di ipotesi, applicazioni alla analisi dei dati).

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

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

L'apprendimento è pianificato secondo una visione unitaria che comprende l'intero corso di studi, attraverso un confronto continuo tra le aree culturali della matematica e quelle delle Tecnologie dell'Informazione e della Comunicazione (ICT). Obiettivi generali che ne conseguono sono: a livello metodologico, in ogni insegnamento fasi di apprendimento di tipo logico- astratto si accompagnano a fasi di esercitazione e verifica. In coerenza con questa impostazione, i risultati che lo studente deve conseguire al termine del corso di studio sono:

Conoscere concetti di base delle discipline matematiche e statistiche, sia nel continuo che nel discreto; le modalità per conseguire l'obiettivo consistono nell'adozione di esercitazioni e test di tipo logico-matematico;

Acquisire capacità di astrazione e modellazione concettuale che sono alla base della progettazione di tipo informatico; verificare le capacità acquisite attraverso il ricorso a esercitazioni di laboratorio;

Conoscere i concetti fondamentali dei media digitali: testo, audio, immagini statiche, video, audio-video, sistemi tattili. Le verifiche dell'apprendimento sono svolte tramite sviluppo di software in laboratorio, usando librerie di programmi didattici. Si fa ricorso a strumenti software di simulazione, di funzionalità sensoriali (audio-video) allo scopo di rendere più agevole l'acquisizione di conoscenze relative alla programmazione.

Conoscere i concetti fondamentali dei sistemi di calcolo e della loro interconnessione in rete; acquisire una visione generale delle problematiche di sicurezza in ambito informatico; vari strumenti permettono di verificare le conoscenze acquisite. Lo studio delle caratteristiche tecnologiche di un sistema operativo aperto quale Unix, permettono di verificare gran parte delle conoscenze acquisite.

Conoscere le principali tecniche e strumenti per l'analisi dei dati, con particolare riferimento ai big-data.

Acquisire i fondamenti della Intelligenza Artificiale, e delle principali tipologie delle reti neurali.

Conoscere le tecniche di Machine Learning per l'addestramento degli strumenti in grado di analizzare dati.

Conoscere le principali tecniche per l'importazione, la trasformazione, la modellizzazione, l'analisi e la visualizzazione dei dati.

Acquisire capacità di programmazione in molteplici linguaggi tipici del mondo web, con particolare riferimento al lato server, anche per mezzo delle metodologie di progettazione orientata agli oggetti ed esercitazioni pratiche in laboratorio;

Conoscere middleware, sistemi di comunicazione e protocolli machine-to-machine (M2M) specifici per l'IoT.

Acquisire capacità di utilizzo e di programmazione di piattaforme di prototipizzazione per l'IoT (per esempio Arduino).

Acquisire capacità di progettazione di sistemi hardware/software in ambito IoT.

Acquisire capacità di progettazione logica e fisica di basi di dati e sistemi informativi anche basati su architetture web, e di valutazione sugli utenti, con possibilità di verifica di tali capacità attraverso limitate esperienze di progettazione ed eventuali periodi di stage.

Tutti gli obiettivi citati sono verificati anche attraverso ordinarie prove di esame scritte/orali. I tirocini sono volti a verificare le capacità di ragionamento, astrazione, progettazione con prime esperienze a contatto con problematiche di trasferimento dell'innovazione. La prova finale si propone di verificare le capacità di lavoro autonomo, di approfondimento dello stato dell'arte delle tecnologie dell'informazione e della trasmissione (ICT), nonché di documentazione di elaborati di natura tecnico-scientifica.

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

Coerentemente con l'impostazione unitaria cui si è accennato, per scelta pedagogica le attività formative fanno ricorso in modo sistematico ai laboratori, anche negli insegnamenti pertinenti alle aree di base, affinché i laboratori stessi siano le sedi per acquisire esperienze nei settori applicativi dell'Informatica con sbocchi nelle tecnologie dell'informazione e della comunicazione (ICT). Gli obiettivi si articolano in:

Individuare ed applicare linguaggi e tecnologie di programmazione orientata agli oggetti; a questo scopo gli studenti sin dal primo anno di studi sono chiamati ad effettuare esperienze di realizzazione di software in laboratorio in linguaggio Java.

Valutare la complessità computazionale di tecniche algoritmiche in molteplici ambiti applicativi delle ICT; il ricorso sistematico ad esercizi di stesura, realizzazione e verifica di semplici algoritmi, è lo strumento metodologico per conseguire l'obiettivo.

Svolgere semplici compiti di gestione amministrativa (accounting, assegnazione di risorse, verifiche di sicurezza) di un sistema operativo e di una rete locale; l'obiettivo è perseguito tramite l'analisi in laboratorio di un sistema operativo aperto come UNIX e sue varianti.

Sperimentare l'applicazione delle principali tecniche di machine learning per il riconoscimento automatico del contenuto semantico di sorgente di dati eterogenea: immagini, video e testo.

Affrontare la progettazione concettuale, logica, fisica di semplici sistemi di basi di dati sul web; individuare le specifiche di progettazione e validazione di un semplice sistema è proposto agli studenti per acquisire tali capacità applicative.

Conoscere i principali strumenti software per l'analisi e la visualizzazione dei dati.

Approfondire le conoscenze teoriche relative alle piattaforme hardware/software in ambito IoT mediante attività guidate in laboratorio. In particolare, apprendere come acquisire dati da sensori per produrre e mantenere dataset su cui applicare tecniche di data mining e machine learning.

Approfondire le applicazioni dei sistemi interattivi: tecniche di design e valutazione di interfacce utente, visualizzazioni bi- e tridimensionali delle informazioni; interazione uomo-macchina basata su più modalità utente quali tocco, gestualità e voce. A tale scopo si fa riferimento anche a periodi di stage previsti dal piano di studi.

Tutti gli obiettivi citati sono verificati anche attraverso ordinarie prove di esame scritte/orali. Tirocini/stage sono pianificati al termine del percorso di studio quali strumenti di verifica del conseguimento degli obiettivi. Sono previste due tipologie di tirocini. La prima è il tirocinio esterno che si svolge presso un'azienda convenzionata con l'Ateneo e ha lo scopo di verificare le capacità progettuali di autonomia e di integrazione dello studente all'interno di un ambiente lavorativo. La seconda è una modalità interna al dipartimento allo scopo di verificare le capacità di applicazione e verifica di risultati acquisite dallo studente.

Alle due tipologie di tirocinio è collegata la prova finale la quale documenta l'esperienza compiuta nonché le capacità di espressione del candidato relativamente ad argomenti di interesse tecnico-scientifico.

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

I laureati in INTERNET OF THINGS, BIG DATA, MACHINE LEARNING hanno:

C.1 - capacità di analisi e giudizio che includono l'identificazione di problemi, la stesura di specifiche, la valutazione di possibili metodi di soluzione basati su Internet of Things, Scienza dei Dati e Machine Learning, e la scelta del metodo più appropriato;

C.2 - la capacità di applicare la propria conoscenza e comprensione per analizzare prodotti, processi e metodi utilizzati nelle applicazioni informatiche in Internet of Things, Scienza dei Dati e Intelligenza Artificiale;

C.3 - la capacità di identificare le tecnologie INTERNET OF THINGS, BIG DATA, MACHINE LEARNING più adeguate per la comunicazione aziendale in rete, la raccolta di dati su Web e l'ausilio all'interpretazione di tali dati mediante strumenti basati su Intelligenza Artificiale e Scienza dei Dati.

C.4 - la capacità, dopo aver analizzato i dati, di interpretare con spirito i risultati dell'analisi e di trarre le opportune conclusioni

C.5 - la capacità di identificare i migliori strumenti software per la gestione di dispositivi sensoriali connessi alla rete.

Gli strumenti utilizzati con cui i risultati di apprendimento attesi C.1-C.5 vengono conseguiti sono: lezioni, laboratorio guidato di gruppo, progetti individuali o di gruppo. Allo studente viene inoltre richiesto uno studio personale volto ad approfondire specifiche scelte richieste dai problemi applicativi trattati nei progetti assegnati.

Le modalità di accertamento con cui i risultati di apprendimento attesi C.1-C.5 vengono verificati sono: esami, prove intermedie, correzione degli elaborati personali descrittivi dei progetti svolti, prova finale.

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

I laureati in INTERNET OF THINGS, BIG DATA, MACHINE LEARNING sviluppano le capacità necessarie per operare all'interno di gruppi di lavoro multidisciplinari, costituiti da professionisti di formazione tecnico-scientifica assieme a professionisti di formazione artistica. I laureati in INTERNET OF THINGS, BIG DATA, MACHINE LEARNING sanno:

D.1 - inserirsi rapidamente e professionalmente in progetti di sviluppo di servizi ed applicazioni dell'Informatica applicata alla INTERNET OF THINGS, ai BIG DATA, al MACHINE LEARNING, lavorando efficacemente sia in gruppo che con definiti gradi di autonomia;

D.2 - usare diversi metodi per comunicare in modo efficace sia con professionisti di formazione tecnico-scientifica che professionisti di formazione artistica, anche intervenendo nella formazione del personale dell'azienda e intervenendo professionalmente nei canali social;

D.3 - essere consapevoli delle implicazioni sociali, etiche e deontologiche della propria attività e dell'introduzione di servizi ed applicazioni di Intelligenza Artificiale e/per Internet of Things nel contesto sociale ed avere un atteggiamento professionalmente responsabile;

D.4 - essere consapevoli della gestione dei progetti e delle pratiche commerciali e dei problemi di privacy ed etici associati alla manipolazione e utilizzo dei dati;

D.5 - lo studente dovrà essere in grado di comunicare in modo efficace i risultati dell'analisi dei dati.

Gli strumenti utilizzati con cui i risultati di apprendimento attesi D.1-D.5 vengono conseguiti sono:

lezioni, progetti individuali o di gruppo, presentazione ai docenti e/o ai propri colleghi dei progetti svolti, analisi e commento da parte dei docenti delle presentazioni effettuate dagli studenti. Allo studente viene inoltre richiesto di valutare e scegliere le modalità più opportune per la presentazione al docente e/o ai colleghi dei progetti assegnati. Gli studenti svolgono infine attività di tirocinio presso aziende.

Le modalità di accertamento con cui i risultati di apprendimento attesi D.1-D.5 vengono verificati sono: esami, prove intermedie, valutazione delle presentazioni effettuate dagli studenti, presentazione della prova finale.

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

I laureati in INTERNET OF THINGS, BIG DATA, MACHINE LEARNING sono in grado di condurre articolate attività di indagine su argomenti tecnici adeguati al proprio livello di conoscenza e di comprensione, anche mediante la consultazione di basi di dati accessibili on-line. Le indagini possono comportare ricerche bibliografiche, la progettazione e la conduzione di esperimenti e l'interpretazione dei dati ottenuti.

I laureati in INTERNET OF THINGS, BIG DATA, MACHINE LEARNING hanno:

E.1 - familiarità con il metodo scientifico di indagine, la capacità di operare in laboratorio e di progettare e condurre esperimenti appropriati al calcolatore, interpretarne i dati e trarre conclusioni;

E.2 - a capacità di svolgere ricerche bibliografiche e di utilizzare basi di dati e altre fonti di informazione, incluse capacità di interrogazione non elementare del Web;

E.3 - la capacità di utilizzare l'Inglese nello studio e per lo scambio di informazioni nell'ambito specifico di conoscenza;

E.4 - la capacità di intraprendere studi successivi con un alto grado di autonomia e di riconoscere le proprie necessità di apprendimento durante tutto l'arco della vita, avendo la capacità di seguire ed adeguarsi all'evoluzione delle tecnologie informatiche e in particolare dell'Intelligenza Artificiale e della Scienza dei Dati, e delle componenti Hardware e Software dell'Internet of Things.

Gli strumenti utilizzati con cui i risultati di apprendimento attesi E.1-E.4 vengono conseguiti sono: lezioni, laboratorio guidato di gruppo, progetti individuali o di gruppo, attività di tesi oppure tirocinio presso aziende. Allo studente viene inoltre richiesta l'effettuazione di ricerche bibliografiche in

lingua inglese necessarie a svolgere i progetti assegnati ed uno studio personale di libri di testo, articoli e documenti in lingua inglese sia per consolidare ciò che viene appreso in classe sia per approfondire specifici problemi applicativi trattati nei progetti assegnati.

Le modalità di accertamento con cui i risultati di apprendimento attesi E.1-E.4 vengono verificati sono: correzione degli elaborati personali descrittivi dei progetti svolti e loro discussione assieme allo studente, prova finale.

### **Conoscenze richieste per l'accesso**

#### **(DM 270/04, art 6, comma 1 e 2)**

Per essere ammessi al corso di laurea occorre essere in possesso di un diploma di scuola secondaria superiore, o di altro titolo di studio conseguito all'estero riconosciuto idoneo secondo la normativa vigente.

L'ammissione al corso di laurea è subordinata al possesso di una adeguata preparazione iniziale costituita dalle competenze linguistiche e dalle conoscenze culturali comuni ai licei e agli istituti tecnici, nonché dalle conoscenze matematiche di base relative ai seguenti argomenti: aritmetica, geometria analitica, equazioni e disequazioni di primo e secondo grado, funzioni trigonometriche, logaritmiche ed esponenziali e dalla conoscenza della lingua inglese a livello B1.

È prevista per legge una verifica delle conoscenze in ingresso.

Qualora la verifica non risulti positiva verranno indicati specifici obblighi formativi da soddisfare nel primo anno di corso e costituiti da attività didattiche integrative.

### **Caratteristiche della prova finale**

#### **(DM 270/04, art 11, comma 3-d)**

La prova finale consiste nella discussione di un elaborato scritto che approfondisca uno dei temi trattati durante il corso di studi, da un punto di vista teorico, applicativo od entrambi.

La finalità è dare completamento alle attività curriculari stesse tramite un'esperienza individuale basata su un progetto, a contatto con tematiche anche innovative e inerenti il mondo del lavoro. Le tematiche applicative possono anche essere approfondite dallo studente mediante un tirocinio presso aziende.

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

I settori dell'Internet of Things, dei Big Data e del Machine Learning hanno radici nelle tecnologie informatiche, ma si sono talmente differenziati dall'informatica tradizionale, sviluppando tecniche e strumenti diversi e stabilendo connessioni profonde anche con discipline non prettamente informatiche, che una laurea tradizionale in Informatica non fornisce l'insieme di conoscenze migliori per gli studenti che vogliono intraprendere una carriera nelle nuove professioni derivanti dalla diffusione dell'Internet of Things, dalle capacità di manipolare e analizzare Big Data e dall'impiego del Machine Learning sia nell'analisi dei dati che nelle numerose applicazioni in cui viene impiegato quotidianamente.

La laurea in Internet of Things, Big Data, Machine Learning mira a dare una risposta alle esigenze formative di queste figure professionali, differenziandosi quindi da quella generalista in Informatica:

- nei linguaggi e strumenti di programmazione appresi: saranno infatti introdotti ed utilizzati i linguaggi, le librerie e gli strumenti utilizzati e richiesti dal mondo del machine learning e dell'analisi dei Big Data: ad esempio R, Python, nonché relativamente all'Internet of Things Python, Processing, l'ambiente Wiring ed i vari protocolli di comunicazione Machine 2 Machine (DDS, AMQP, MQTT, JMS, REST, CoAP ecc.) e le piattaforme di prototipizzazione rapida (Arduino/ Raspberry) e verrà dato spazio ai linguaggi utilizzati dal mondo Web/Social quali ad esempio HTML, Javascript, PHP.

- nel tipo di applicazioni: la laurea in Internet of Things, Big Data, Machine Learning e approfondisce infatti le applicazioni tipiche di questo settore quali gli strumenti per l'analisi dei dati, gli strumenti di comunicazione dei dati provenienti da sensori o diretti verso attuatori, la creazione e l'interazione con i social network, lo sviluppo di server Web, la comunicazione aziendale su Internet, l'accesso mobile alle informazioni, etc

- nell'orientamento anche della formazione culturale informatica fin dal primo anno verso il settore specifico, con corsi appositamente focalizzati sulla fisica dei dispositivi IOT, sulle tecnologie web, sul cloud computing, sul machine learning, sull'analisi statistica dei big data, sulla data science, sull'Internet of things, e sul social computing.

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

A seguito delle mutate condizioni di utilizzo delle piattaforme per la didattica a distanza intervenute nel periodo di pandemia e in parte mantenute anche successivamente, a seguito dei chiarimenti forniti da ANVUR, CUN, CRUI e recepiti nelle nuove linee guida di Ateneo ([https://www.uniud.it/ateneo-uniud/personale/servizi-personale-docente/didattica/2020-09-22\\_linee\\_guida\\_docenti-002.pdf](https://www.uniud.it/ateneo-uniud/personale/servizi-personale-docente/didattica/2020-09-22_linee_guida_docenti-002.pdf)), avendo chiarito che il materiale didattico può comprendere anche registrazioni quale materiale aggiuntivo alla didattica frontale dei corsi di laurea in modalità convenzionale, riteniamo che il corso di laurea in Internet of Things, Big Data, Machine Learning si configuri a tutti gli effetti come corso di laurea in modalità convenzionale, essendo tutte le lezioni svolte primariamente in presenza.

<b>Sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati</b>
<b>Esperto di applicazioni AI</b>
<b>funzione in un contesto di lavoro:</b> AI specialist; AI Expert
<b>competenze associate alla funzione:</b> Conoscenze teoriche e applicate dei principali metodi sviluppati nell'ambito dell'Intelligenza Artificiale e dell'Apprendimento Automatico. Conoscenza delle procedure formali per la valutazione e l'analisi dei risultati ottenuti dalla loro applicazione. Conoscenza della terminologia appropriata e capacità di dialogare con esperti di dominio per lo sviluppo critico di sistemi/componenti di Machine Learning. Capacità di applicazione in casi reali delle conoscenze suddette (es., lo sviluppo di un sistema per la stima automatica del costo di un appartamento in base un archivio storico di compravendite; l'implementazione di un sistema automatico per l'identificazione di volti in un'immagine; etc). Capacità di organizzare ed analizzare valutazione sugli utenti di software di Intelligenza Artificiale.
<b>sbocchi occupazionali:</b> Società ed enti pubblici coinvolti nell'analisi automatica dei dati e dell'automazione della risposta all'analisi; Aziende e centri di ricerca che operano nella sensoristica; Aziende con linee produttive automatizzate (industria 4.0); Società di consulenza informatica in ambito giuridico.
<b>Social media analyst</b>
<b>funzione in un contesto di lavoro:</b> Raccolta e analisi di dati, informazioni, opinioni e tendenze relativi ai social media.
<b>competenze associate alla funzione:</b> Conoscenze concettuali su social media e reti sociali; Conoscenza e capacità di applicare metodi statistici e strumenti software per analisi sperimentali di dati e informazioni relativi ai social media; Conoscenze relative alle basi del crowdsourcing per raccolta dati.
<b>sbocchi occupazionali:</b> Aziende che si occupano di Web, Big Data, business intelligence, marketing, analisi di mercato, ma anche aziende che gestiscono in-house la presenza su social.
<b>Data Analyst</b>
<b>funzione in un contesto di lavoro:</b> Analista dei dati.
<b>competenze associate alla funzione:</b> Capacità di acquisire, trasformare, organizzare ed elaborare dati in diversi formati, in particolare dati di grandi dimensioni. Capacità di analizzare e visualizzare i dati con metodi statistici, non solo con l'analisi statistica tradizionale, ma anche con metodi di Data Mining e Machine Learning che consentono di apprendere dai dati, validare modelli predittivi e pattern emergenti. Capacità di interpretare i risultati dell'analisi dei dati e sintetizzare opportune conclusioni. Capacità di comunicare in modo efficace le conclusioni dell'analisi.
<b>sbocchi occupazionali:</b> Aziende e centri di ricerca che operano nel settore dell'elaborazione dell'informazione. Società ed enti pubblici coinvolte nella gestione di grandi moli di dati. Laboratori di ricerca e sviluppo, pubblici e privati. Assicurazioni e finanza.Industrie biomediche e farmaceutiche. Società di consulenza.
<b>Web designer e developer</b>
<b>funzione in un contesto di lavoro:</b> Analisi, progettazione e sviluppo di siti web.
<b>competenze associate alla funzione:</b> Capacità di realizzare siti Web e di proporre soluzioni per la comunicazione via Web; Capacità di proporre soluzioni per la visualizzazione di informazioni via Web; Capacità di sviluppo di strumenti per la produzione automatica dei contenuti di un sito web; Capacità di analisi di usabilità di un sito Web; Capacità di organizzare valutazione sugli utenti via web; Capacità di sviluppo di strumenti a supporto dell'editoria elettronica.
<b>sbocchi occupazionali:</b> Aziende nel settore di sviluppo di siti e portali Web ma anche aziende che gestiscono in-house la propria presenza su web.
<b>Web manager</b>
<b>funzione in un contesto di lavoro:</b> Gestione e organizzazione di siti web.
<b>competenze associate alla funzione:</b> Capacità di gestione automatica di grandi quantità di dati; Capacità di gestione dell'interazione con l'utente; Capacità di progettazione delle modalità di presentazione Web dei dati; Capacità di gestione analizzare gli accessi ai siti Web e di; Capacità di applicare tecniche per garantire la sicurezza di siti Web; Capacità di analizzare i dati relativi alle reti sociali; Capacità di realizzare interfacce web verso i dispositivi dell'IOT; Capacità di impiego di tecniche di machine learning per analizzare il traffico dei dati.
<b>sbocchi occupazionali:</b> Aziende nel settore di sviluppo di siti, portali e infrastrutture Web, incluse quelle dedicate al commercio elettronico, all'analisi del traffico e dei dati ma anche aziende che gestiscono in-house la propria presenza su web.
<b>Progettista/Programmatore di prototipi ed applicazioni per l'IoT</b>

**funzione in un contesto di lavoro:**

Produrre prototipi di sistemi IoT per la sperimentazione e la verifica della fattibilità di prodotti da ingegnerizzare successivamente.

**competenze associate alla funzione:**

Conoscenze teoriche e di utilizzo di piattaforme di prototipizzazione elettronica (e.g., Arduino).

Capacità di programmazione in ambienti e linguaggi di vario livello (e.g., Wiring, Python, .NET ecc.) in grado di fornire accesso alle piattaforme del punto precedente.

**sbocchi occupazionali:**

Aziende in campo domotico, automotive, automazione in generale Aziende che progettano e producono, installano e mantengono sistemi di controllo e di sicurezza domestici e industriali

**Il corso prepara alla professione di (codifiche ISTAT)**

- Tecnici esperti in applicazioni - (3.1.2.2.0)
- Tecnici web - (3.1.2.3.0)
- Tecnici gestori di basi di dati - (3.1.2.4.0)
- Tecnici gestori di reti e di sistemi telematici - (3.1.2.5.0)

**Il corso consente di conseguire l'abilitazione alle seguenti professioni regolamentate:**

- ingegnere dell'informazione junior
- perito industriale laureato

**Il rettore dichiara che nella stesura dei regolamenti didattici dei corsi di studio il presente corso ed i suoi eventuali curricula differiranno di almeno 40 crediti dagli altri corsi e curriculum della medesima classe, ai sensi del DM 16/3/2007, art. 1 c.2.**

**Attività di base**

ambito disciplinare	settore	CFU		minimo da D.M. per l'ambito
		min	max	
Formazione matematico-fisica	FIS/01 Fisica sperimentale FIS/02 Fisica teorica modelli e metodi matematici FIS/03 Fisica della materia MAT/01 Logica matematica MAT/02 Algebra MAT/03 Geometria MAT/04 Matematiche complementari MAT/05 Analisi matematica MAT/06 Probabilità e statistica matematica MAT/07 Fisica matematica MAT/08 Analisi numerica MAT/09 Ricerca operativa	12	24	12
Formazione informatica di base	INF/01 Informatica ING-INF/05 Sistemi di elaborazione delle informazioni	18	30	18
<b>Minimo di crediti riservati dall'ateneo minimo da D.M. 30:</b>		-		

**Totale Attività di Base**

30 - 54

**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	72	105	60
<b>Minimo di crediti riservati dall'ateneo minimo da D.M. 60:</b>		-		

**Totale Attività Caratterizzanti**

72 - 105

### Attività affini

ambito disciplinare	CFU		minimo da D.M. per l'ambito
	min	max	
Attività formative affini o integrative	18	24	18

<b>Totale Attività Affini</b>	18 - 24
-------------------------------	---------

### Altre attività

ambito disciplinare	CFU min	CFU max	
A scelta dello studente	12	12	
Per la prova finale e la lingua straniera (art. 10, comma 5, lettera c)	Per la prova finale	3	9
	Per la conoscenza di almeno una lingua straniera	-	-
Minimo di crediti riservati dall'ateneo alle Attività art. 10, comma 5 lett. c		-	-
Ulteriori attività formative (art. 10, comma 5, lettera d)	Ulteriori conoscenze linguistiche	-	-
	Abilità informatiche e telematiche	-	-
	Tirocini formativi e di orientamento	6	15
	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		-	-
Per stages e tirocini presso imprese, enti pubblici o privati, ordini professionali	-	-	

<b>Totale Altre Attività</b>	21 - 39
------------------------------	---------

### Riepilogo CFU

<b>CFU totali per il conseguimento del titolo</b>	<b>180</b>
<b>Range CFU totali del corso</b>	141 - 222

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

#### Note relative alle altre attività

I crediti riservati alla conoscenza della lingua straniera sono stati eliminati perché la conoscenza della lingua inglese a livello B1 è prevista fra i requisiti richiesti per l'accesso al corso di laurea.

#### Note relative alle attività di base

#### Note relative alle attività caratterizzanti

CHIUDI il CORSO