

**PROGETTO FORMATIVO: Attività didattica programmata - Insegnamenti previsti**

I ANNO		
N	Insegnamento	Descrizione
1	<p><i>Data science e metodi di intelligenza artificiale</i></p> <p>Ore: 10 Verifica Finale: NO</p>	<p>Il corso si pone l’obiettivo di studiare il complesso processo della Data Science sull’analisi e interpretazione dei dati grazie agli strumenti del machine learning. Un progetto di creazione di modelli di dati prevede le seguenti fasi:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pianificazione;</li> <li>2. Costruzione di un modello di dati;</li> <li>3. Valutazione del modello;</li> <li>4. Spiegazione del modello;</li> <li>5. Monitoraggio del modello;</li> </ol> <p>La data science, infatti, combina più campi tra loro, tra cui in particolare la statistica e l’intelligenza artificiale, per analizzare i dati raccolti dal Web, dagli smartphone, dai clienti, dai sensori e da altre fonti per ricavare insight utili. Le aziende oggi basano le proprie attività su una preziosa raccolta di dati, spesso conservati in database e data lake, per lo più intatti. I dati raccolti e archiviati offrono vantaggi in termini di trasformazione ad aziende in tutto il mondo, solo se si è in grado di interpretarli. Infatti, l’elevata dimensionalità dei dati introduce sfide computazionali e statistiche uniche: le aziende non si accontentano più di estrarre informazioni dettagliate dai loro archivi ma richiedono l’applicazione di modelli predittivi complessi quali gli analytics. In particolare, nel corso si approfondirà il concetto di machine learning, i cui algoritmi trasformano le informazioni in conoscenza fruibile. Questo fatto rende il machine learning particolarmente adatto all’attuale epoca dei big data.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Definizione di Big Data;</li> <li>2. Fonti diverse e Statistica: confronto tra scienza basata sui dati (data driven) e basata sui modelli (model based);</li> <li>3. Classificazione dei Big Data: human generated data, process mediated data, machine generated data;</li> <li>4. Fonti offline dei Big Data e IoT: beacon, sensori biometrici, digital signage;</li> <li>5. Introduzione agli algoritmi di machine learning, quali ad esempio apprendimento pigro e probabilistico, clustering, alberi decisionali, algoritmi di previsione, Metodi di black-box: reti neurali e macchine a vettori di supporto.</li> </ol>
2	<p><i>Probabilità, processi stocastici e statistica</i></p> <p>Ore: 10 Verifica Finale: NO</p>	<p>Il corso introduce lo studente alle nozioni avanzate del calcolo delle probabilità, dell’analisi dei dati e dell’inferenza statistica. Al termine del corso il dottorando sarà in grado di applicare queste conoscenze a problemi scientifici e applicazioni in cui è necessario modellizzare fenomeni aleatori e condizioni di incertezza. In particolare, il ruolo del calcolo delle probabilità consiste nel misurare, principalmente, sulla base dei risultati relativi al campione, l’attendibilità di circostanze o eventi non osservati. La raccolta, l’elaborazione e l’interpretazione dei dati statistici conducono, in generale, ad uno stato di informazione in cui la valutazione quantitativa dell’incertezza, mediante il concetto di probabilità, è diversa rispetto alla situazione iniziale. I dottorandi apprendono come applicare il calcolo delle probabilità e le tecniche inferenziali a problemi reali e come derivare risultati teorici in modo formale. Viene acquisita consapevolezza sui vantaggi e sui limiti delle metodologie trattate, in modo da saper valutare criticamente quali siano gli strumenti più adatti nelle specifiche situazioni da sottoporre ad analisi.</p> <p>Il corso sarà incentrato sui seguenti argomenti, non esclusivi:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Passeggiata aleatoria;</li> <li>2. Catene di Markov;</li> <li>3. Metodi Monte Carlo e delle catene di Markov;</li> <li>4. Moti browniani e processi stazionari;</li> <li>5. Logica e classificazione dei modelli statistici;</li> <li>6. Modelli lineari generalizzati;</li> <li>7. Inferenza per i modelli lineari generalizzati;</li> <li>8. Statistica non parametrica.</li> </ol>

<p><b>3</b></p>	<p><i>Programmazione per data analytics</i></p> <p>Ore: 10 Verifica Finale: NO</p>	<p>La data science è una moderna disciplina che combina aree della matematica e informatica per estrarre conoscenza e valore dai dati. La conoscenza ricavata dai dati è alla base di previsioni e decisioni aziendali e governative, di scoperte scientifiche, di studi di fenomeni sociali, ma anche di applicazioni di intelligenza artificiale che, dalla computer vision alla elaborazione del linguaggio naturale, stanno rivoluzionando l'economia e la società. Obiettivo del corso è insegnare a trasformare database disordinati e dati non strutturati in dataset omogenei e ordinati attraverso l'impiego degli strumenti essenziali del linguaggio Python e R per il data mining, il machine learning, la network analysis e l'elaborazione del linguaggio naturale.</p> <p>Il dottorando imparerà ad acquisire dati numerici e testuali eterogenei da fonti diverse come semplici file locali, database e il Web e a strutturarli nel modo più utile, a trasformarli, a visualizzarli e a modellarli, utilizzando le funzionalità delle principali librerie per il machine learning.</p> <p>Le analisi dei Big Data presuppongono tuttavia una piattaforma software che consente di distribuire complessi compiti di computing su una grande quantità di nodi. Tra le tecnologie in grado di soddisfare le esigenze dei Big Data, c'è Apache Hadoop, sviluppato in ambiente open source, considerato uno dei fattori abilitanti la diffusione dei Big Data Analytics. Inoltre, per l'integrazione e la gestione dei dati, il classico archivio informatico di dati strutturati raccolti dai sistemi operazionali aziendali e da fonti esterne, è insufficiente. Oggi il Data Warehouse è integrato con il Data Lake, un ambiente di archiviazione dei dati nel loro formato nativo. Agli strumenti di storage, si affiancano tipologie innovative di gestione dei dati. Non solo database relazionali, ma anche basi di dati che superano o rinnovano il linguaggio SQL (si parla per questo di database NoSQL o NewSQL), al fine di migliorarne le performance.</p>
<p><b>4</b></p>	<p><i>Tecnologie abilitanti per Industria 5.0</i></p> <p>Ore: 20 Verifica Finale: SI</p>	<p>Industria 5.0 risponde all'esigenza di una migliore conciliazione tra l'innovazione tecnologica con i bisogni della società umana e dell'ambiente e spinge a concepire soluzioni di sistema per rispondere alle sfide globali dei prossimi decenni. In linea con questo obiettivo, diverse tecnologie devono essere combinate secondo una nuova ottica di integrazione che preservi l'ambiente e migliori la vista dell'uomo. Particolarmente rilevanti per Industria 5.0 risultano (oltre a Big Data e Intelligenza Artificiale) le tecnologie per la raccolta e la disseminazione di informazioni, l'elaborazione distribuita per l'automazione industriale e la gestione della catena di approvvigionamento che dovranno convergere al fine di supportare meccanismi di tracciabilità, riuso e riciclo, sostenibilità e/o una migliore condizione lavorativa. Questo corso fornire una panoramica su tali tecnologie con focus su:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Panoramica dei paradigmi Internet of Things (IoT), Cloud, reti mobili;</li> <li>• IoT: tipi di sensori, piattaforme di raccolta dati, architetture e protocolli di comunicazione per Industrial Internet;</li> <li>• Reti wireless e cellulari: tecniche di accesso multiplo, standard e tecnologie per reti wireless locali e geografiche, standard 4G,5G per reti cellulari, reti di sensori e integrazione in 4G/5G;</li> <li>• Cloud computing: infrastruttura e piattaforme cloud, tool e servizi per immagazzinamento dati e elaborazione per Industrial Internet, vantaggi e svantaggi .</li> </ul>
<p><b>5</b></p>	<p><i>Metodi di apprendimento automatico applicati alla classificazione del traffico IoT</i></p> <p>Ore: 10 Verifica Finale: SI</p>	<p>La classificazione del traffico Internet è un tema di ricerca che parte dal primo decennio degli anni 2000 e si è evoluto passando da diverse tecniche: analisi dei numeri di porta, analisi del payload dei pacchetti di rete, fino all'utilizzo di metodi statistici e d'apprendimento automatico propri dell'intelligenza artificiale (IA). Di recente questo tema ha trovato nuovi stimoli nell'ascesa dell'Internet delle cose (IoT), e nelle peculiarità che i suoi protocolli possiedono.</p> <p>Il corso mira a fornire come prima cosa i concetti base per la classificazione del traffico Internet; successivamente verranno analizzati i principali metodi di classificazione, presenti in letteratura, che sfruttano concetti di machine learning e di IA, presentandone i principali risultati nonché i relativi limiti. Nella seconda parte del corso verranno affrontate le particolarità del traffico IoT e verranno presentati i dataset nonché le tecniche maggiormente utilizzate correntemente per l'analisi di questo particolare tipo di traffico, con un focus particolare al deep learning. Infine verranno descritti alcuni ambiti di ricerca ancora aperti sul tema come l'utilizzo di side information e l'applicazione delle tecniche di classificazione del traffico in contesti di anonimato dei partecipanti alla comunicazione.</p> <p>Il programma si articola nei seguenti punti:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Motivazione alla base della classificazione del traffico Internet, tipi di classificazione e loro granularità, strumenti e software di supporto, dataset, protocolli considerati e feature utilizzate;</li> <li>2) Tipologie di metodi statistici e di apprendimento automatico utilizzati in letteratura, loro performance e loro limitazioni;</li> <li>3) Internet of Things e peculiarità dei suoi protocolli, dataset IoT e tecniche statistiche e di IA usate in letteratura per la classificazione del traffico IoT;</li> <li>4) Sfide di ricerca ancora aperte: uso di side information, analisi della ground truth, applicazione in contesti di anonymity.</li> </ol>

II ANNO		
N	Insegnamento	Descrizione
1	<p><i>Intelligenza artificiale per data-driven economy</i></p> <p>Ore: 10 Verifica Finale: SI</p>	<p>La Data Driven Economy significa un'economia generata da un nuovo tipo conoscenza, fondata sui Big Data ovvero sulla capacità di utilizzare al meglio la quantità di informazioni che, ogni giorno, viene prodotta, basandosi sull'Intelligenza Artificiale.</p> <p>E' una Algorithmic Economy, basata su dati statistici, fondato su un approccio più Agile, capace di attingere anche a dati nuovi, in cloud o sui social ad esempio, per applicare l'intelligenza degli algoritmi e costruire servizi a misura di utente.</p> <p>Il corso si pone l'obiettivo di offrire una presentazione completa dei metodi statistici e di apprendimento automatico utili per analizzare e prevedere serie di dati di grandi dimensioni e dinamicamente dipendenti. Nello specifico, il dottorando apprenderà le procedure automatiche per modellare e prevedere serie di (big) dati temporali, applicate a dati economici, finanziari e aziendali. Saranno discussi algoritmi di clustering e di classificazione delle serie storiche e i metodi di riduzione delle dimensioni in presenza di dipendenza dinamica (modelli fattoriali dinamici).</p> <p>Il corso affronterà anche argomenti modelli di previsione in presenza di Big Data, utilizzando algoritmi di machine learning, quali:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Il concetto di Big data in azienda;</li> <li>2. I Big data in economia e finanza;</li> <li>3. Reti neurali e Deep learning;</li> <li>4. Alberi di classificazione e regressione;</li> <li>5. Foreste casuali;</li> <li>6 Boosting;</li> <li>7 Nowcasting.</li> </ol> <p>Il boosting è un algoritmo di potenziamento (metodo ensemble) utilizzato nel machine learning migliorare l'accuratezza della previsione.</p> <p>Il nowcasting riguarda la scienza delle previsioni economiche a brevissimo termine. Oggi è possibile monitorare costantemente tutte le informazioni provenienti dai mercati e qualsiasi dato potenzialmente rilevante per avere indicazioni sul trend attuale del PIL e su indici di sentiment dell'economia.</p> <p>Infine, vengono presentate procedure per la modellazione e la previsione di dati dipendenti dallo spazio-tempo.</p>
2	<p><i>Sicurezza dei sistemi e delle reti industriali</i></p> <p>Ore: 15 Verifica Finale: NO</p>	<p>Il corso si propone di fornire conoscenze generali inerenti la sicurezza delle informazioni e dei sistemi in ambito Industrial Internet. Dopo aver presentato gli elementi e nozioni generali relativi alla cybersicurezza dei sistemi informatici, verranno introdotte le tematiche relative alla crittografia e al controllo di accesso. Inoltre verranno introdotti gli aspetti fondamentali inerenti la sicurezza delle reti (con focus sulle reti IoT) e per l'accesso/gestione ai dati in cloud. Il corso prosegue fornendo approfondimenti sulla cybersecurity in relazione alle tecnologie basate sull'intelligenza artificiale. Saranno introdotte le metodologie di intelligenza artificiale sia per la realizzazione di attacchi di cybersecurity sia per la difesa da intrusioni e la rilevazione di frodi. Infine si affronteranno le problematiche relative all'adversarial machine learning e alla sicurezza dei sistemi basati su AI. In particolare gli argomenti trattati nel corso includono:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Sicurezza: nozioni generali (minaccia, attacco, vulnerabilità, aspetti di sicurezza, strategie di difesa);</li> <li>2) Crittografia e Controllo di Accesso: cifratura a chiave privata e pubblica, hash, firma digitale, modelli di Access Control e linguaggi per le politiche di accesso, controllo dell'accesso basato su ruoli;</li> <li>3) Sicurezza nelle reti: Intrusion detection systems e Firewall, sicurezza a livello IP e trasporto, minacce di sicurezza in reti wireless e contromisure;</li> <li>4) Sicurezza nel cloud: principali minacce, buone pratiche e contromisure, servizi cloud per la gestione della sicurezza;</li> <li>5) Attacchi cyber basati su AI e applicazioni AI per la rilevazione di intrusioni e malware, spam e frodi;</li> <li>6) Adversarial machine learning (attacchi backdoor).</li> </ol>
3	<p><i>Big Data per applicazioni industriali</i></p>	<p>L'industria manifatturiera raccoglie volumi sempre più grandi di dati da reti industriali ad alta velocità e generati da un'ampia gamma di sorgenti in diversi formati e livelli di qualità. Questi dati possono essere utili per ottimizzare le operazioni e migliorare l'efficienza di impianti industriali e delle catene di approvvigionamento anche in ottica di sostenibilità e di economia circolare. Questo corso aiuterà a padroneggiare i concetti fondamentali che intervengono in un processo industriale che fa uso di tecnologie quali robotica, IoT, Cloud e reti ad alta velocità e sui metodi e tecniche di Data Science per adottare metodi decisionali basati sui dati. L'obiettivo primario è quello di introdurre ai concetti fondamentali dell'automazione industriale e della robotica con una visione di alto livello e di natura sistemica, strumentale</p>

**DOTTORATO DI RICERCA IN “BIG DATA ED INTELLIGENZA ARTIFICIALE” - XXXIX ciclo**  
**Curriculum: Intelligenza artificiale per industria 5.0 ed economia circolare**

<p>Ore: 15 Verifica Finale: SI</p>	<p>a fornire gli elementi per suggerire e promuovere l'uso dei Big Data management e di Intelligenza Artificiale in ambito dei processi industriali. Inoltre verranno fornite conoscenze su sistemi di automazione industriale di raccolta, analisi e gestione dei big data e approfonditi i metodi e le tecniche per l'apprendimento automatico applicato ai sistemi industriali, ad esempio, per diagnosi e manutenzione predittiva, per sostenibilità e sicurezza dei processi di produzione, per riuso e riciclo di semilavorati. In particolare, il corso sarà incentrato sui seguenti argomenti, non esclusivi: Panoramica su automazione industriale ed elementi di robotica, inclusi trend emergenti di robotica collaborativa; Aspetti tecnologici e metodologie di automazione industriale: sensori, attuatori e sistemi di controllo, tecniche di controllo del movimento, sorgenti dei dati; Intelligenza Artificiale nel controllo e automazione industriale: raccolta e analisi dei dati, casi d'uso, metodi e strumenti di apprendimento automatico per la diagnosi e manutenzione predittiva, controllo della produzione in linee miste uomo-robot, tracciabilità dei semilavorati.</p>
--	---

III ANNO		
N	Insegnamento	Descrizione
1	<p><i>Opportunità e sfide tecnologiche per un mondo interconnesso</i></p> <p>Ore: 10 Verifica Finale: NO</p>	<p>La crescita esponenziale di dispositivi connessi sempre più miniaturizzati e con sempre maggiore capacità computazionali e la nuova generazione di rete cellulare 5G in grado di supportare fino a 1 milione di dispositivi per chilometro quadrato nonché garantire prestazioni di latenza fino a 20 volte inferiori rispetto a 4G, stanno creando un mondo iperconnesso, fatto di oggetti di vario tipo (sensori, droni, auto a guida autonoma) favorendo casi d'uso innovativi, opportunità e sfide nella nostra società e nella vita quotidiana. Il successo dell'avvento di questo scenario iperconnesso dipende dalla capacità di integrare tecnologie come Internet of Things, 5G per la comunicazione Machine-to-Machine, veicoli/droni connessi, cloud computing, edge computing, raccolta/disseminazione dati e social network. Questo corso presenta una panoramica delle tecnologie abilitanti di questi nuovi scenari e il ruolo giocato e le opportunità portate dai Big Data e Intelligenza Artificiale. Inoltre il corso discuterà vari casi di studio in questo campo al fine di presentare le sfide aperte e comprenderne le potenzialità di ricerca (interdisciplinare). Tra i casi di studi verrà anche approfondito il ruolo di queste tecnologie nell'abilitare il paradigma di Economia Circolare tramite raccolta/disseminazione dati per la tracciabilità e il riuso che favorisca ad esempio la riduzione gli scarti di produzione o meccanismi di scambio di sottoprodotti.</p> <p>In particolare, il corso sarà incentrato sui seguenti argomenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reti 5G e servizi: comunicazione e servizi a banda larga, machine-to-machine, affidabili e a bassa latenza, integrazione IoT e 5G, architetture di rete e servizi;</li> <li>• Reti industriali e veicolari: integrazione con reti 5G ed edge computing;</li> <li>• Raccolta e diffusione di dati pervasivi, ruolo dell' intelligenza artificiale;</li> <li>• Discussione e presentazione di casi di studio (E-health, Smart cities, Industry 5.0);</li> <li>• Sfide aperte e opportunità di ricerca con focus su Economia Circolare.</li> </ul>
2	<p><i>Intelligenza artificiale sostenibile</i></p> <p>Ore: 10 Verifica Finale: NO</p>	<p>Le enormi quantità di dati generate negli ultimi vent'anni e lo sviluppo impetuoso della capacità di calcolo, uniti attraverso l'Intelligenza Artificiale (IA), permette di analizzare, capire e migliorare la gran parte delle attività umane e delle aziende. In particolare, in campo economico l'IA consente alle aziende di ottimizzare l'uso delle risorse riducendo al minimo gli sprechi e nel riciclare persino le rimanenze della produzione.</p> <p>D'altra parte, lo sviluppo e l'utilizzo di IA è spesso associato anche ad un possibile impatto negativo sulle persone e sul pianeta per i possibili utilizzi che se ne possono fare, soprattutto in assenza di un chiaro quadro normativo che ne definisca i limiti e i principi etici da rispettare.</p> <p>Obiettivo del corso è di evidenziare come l'IA possa effettivamente costituire una leva virtuosa per il perseguimento della sostenibilità sociale, economica ed ambientale. In particolare, nel corso saranno mostrate come le soluzioni di IA possano avere un impatto significativo sulla conservazione delle risorse, la riduzione delle emissioni, la gestione dei flussi di traffico e dei relativi rischi, il rafforzamento dell'economia circolare e la prevenzione dei disastri naturali. Nel corso verrà anche evidenziato anche l'aspetto di sostenibilità della IA. Infatti, le soluzioni di IA possono richiedere infatti una grande quantità di energia elettrica per il loro funzionamento, che potrebbero incentivare l'immissione di CO2 nell'atmosfera. Se l'energia, però, deriva da fonti rinnovabili, l'impatto in termini di emissioni si riduce a zero: in quest'ultimo caso, l'IA può rappresentare un incentivo alla transizione verde del settore energetico. Ciò è ben descritto nella Strategia nazionale per l'Intelligenza Artificiale dove si evidenzia come l'IA sarà un alleato fondamentale per accelerare la transizione ecologica, un pilastro del piano di ripresa e resilienza dell'Italia e degli sforzi di ripresa dell'Unione Europea.</p>

**PROGETTO FORMATIVO: Altre attività didattiche (seminari, attività di laboratorio e di ricerca, formazione interdisciplinare, multidisciplinare e transdisciplinare)**

N	Insegnamento	Descrizione
1	<i>Seminari</i>	<p>PRESENTAZIONE AREA DI RICERCA DEL DOTTORATO - Questo seminario è pensato per introdurre gli studenti alla tematica di ricerca oggetto del corso al fine di renderli pienamente consapevoli dell'ambito di studio nel quale sono chiamati a muoversi e che presenta anche carattere di interdisciplinarietà. Inizialmente, verrà presentata la tematica Big Data e Intelligenza Artificiale, con le molteplici sfaccettature, i trend in atto e le principali sfide da affrontare. Inoltre, saranno discussi i due curricula del dottorato con lo scenario di riferimento, le sfide specifiche e gli ambiti applicativi di riferimento. Verranno altresì presentati i professori del collegio dei docenti e il programma degli insegnamenti sia per la formazione specifica sui temi inerenti la tematica del corso sia per la formazione trasversale. Parimenti, saranno presentate le aziende coinvolte nel dottorato, presso le quali i dottorandi svolgeranno parte della loro formazione, ivi compresi i progetti di ricerca. Infine, saranno fornite informazioni di carattere logistico sulla piattaforma didattica dell'Ateneo.</p>
2	<i>Valorizzazione e disseminazione dei risultati, della proprietà intellettuale e dell'accesso aperto ai dati e ai prodotti della ricerca</i>	<p>VALORIZZARE E DISSEMINARE I RISULTATI DELLA RICERCA - Questo corso è dedicato alla gestione della ricerca sotto l'aspetto di valorizzazione disseminazione dei risultati della ricerca. L'obiettivo principale del corso è fornire agli studenti un metodo per diffondere e presentare in modo efficace il lavoro svolto e i risultati ottenuti. Verranno presentati e discussi con gli studenti degli esempi di presentazioni orali e articoli scientifici nel campo della Ingegneria, Statistica ed Economia evidenziandone i tratti comuni tra gli ambiti scientifici e caratteristiche peculiari nonché differenze legate alla modalità di disseminazione tra presentazione a conferenza o articolo su rivista. Verranno svolte esercitazioni pratiche e lavori di gruppo attraverso i quali i partecipanti svilupperanno le competenze necessarie per redigere e tenere presentazioni orali e scrivere articoli scientifici. Il programma si articola in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparare e tenere una presentazione orale: preparazione del discorso, dalla stesura alla presentazione orale, struttura, stile e tempi della presentazione orale, le regole d'oro del parlare in pubblico, diversificazione della presentazione orale a seconda del destinatario; prova pratica seguendo le regole da "Coimbra three Minutes Competition rules";</li> <li>• Praticare scrittura scientifica: le regole d'oro di redazione di un articolo scientifico e organizzazione in un gruppo di lavoro; strumenti di editing anche cooperativi; esempi di buona e cattiva scrittura scientifica; prova pratica di scrittura di un articolo scientifico;</li> <li>• La struttura e lo stile della scrittura scientifica: linee guida delle riviste; principali norme editoriali; processo di revisione fra pari; come gestire le richieste di Editori e Revisori; esempio di lettera di risposta ai revisori.</li> </ul> <p>Durata: 12 ore.</p>
3	<i>Gestione della ricerca e della conoscenza dei sistemi di ricerca europei e internazionali</i>	<p>PROMUOVERE E MONITORARE L'IMPATTO DELLA RICERCA - Questo seminario è dedicato alla gestione della ricerca sotto l'aspetto di promozione e monitoraggio dell'impatto della ricerca svolta nell'era digitale. Durante il seminario verranno dati elementi per orientarsi nell'ecosistema degli editori scientifici di collane e riviste e inoltre verranno presentati i maggiori database citazionali e i principali indicatori bibliometrici e identificativi univoci, offrendo un'analisi degli aggregatori e social network accademici, per comprendere come valutare e promuovere la propria produzione e attività scientifica. Inoltre verranno dati elementi di valutazione su come scegliere le destinazioni delle pubblicazioni e di caratterizzazione delle riviste (reputazione e impact factor, riviste predatorie). Durata: 3 ore.</p>
4	<i>Gestione della ricerca e della conoscenza dei sistemi di ricerca europei e internazionali</i>	<p>COSTRUZIONE DI UNA PROPOSTA PROGETTUALE - L'obiettivo principale del corso è fornire una conoscenza del sistema della ricerca italiana, europea e internazionale con i soggetti coinvolti (pubblici e privati) e relativi programmi di ricerca e finanziamento. Inoltre Verranno forniti elementi utili per la valorizzazione dei risultati della ricerca nella partecipazione a bandi competitivi nei vari programmi di ricerca e in linea con gli elevati standard di valutazione. Inoltre verranno quindi fornite linee guide per interpretare correttamente il bando e individuarne i fattori chiave, valutare la corrispondenza dell'idea con l'argomento del bando, evidenziare i punti di forza dell'idea progettuale, soddisfare i criteri presenti nel bando. Riguardo alla generazione di impatto, verranno considerati non solo quelli di natura tecnologica, ma anche di natura economica, industriale, sociale e ambientale. Il programma si articola in:</p>

## DOTTORATO DI RICERCA IN “BIG DATA ED INTELLIGENZA ARTIFICIALE” - XXXIX ciclo

### Curriculum: Intelligenza artificiale per industria 5.0 ed economia circolare

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema e programmi di ricerca italiani, europei e internazionali: principali soggetti finanziatori, schemi di sovvenzione tra programmi quadro e bandi competitivi (PRIN, COST, Horizon Europe, ERC) e programmi di scambi internazionale; strumenti per la promozione dell'uguaglianza di genere e attinenza ai principi di etica della ricerca; analisi del processo di valutazione;</li> <li>• Costruire una proposta di ricerca: valutazione dell'idea progettuale rispetto alla tematica e requisiti del bando; analisi del grado di innovatività rispetto allo stato dell'arte; analisi dell'impatto; costruzione del partenariato: profili e ruoli previsti;</li> <li>• Scrivere una proposta di successo: costituire un consorzio funzionale ai criteri del bando; presentare l'idea progettuale, diagrammi di Pert e di Gantt per costruire un piano di lavoro efficace; costruzione del budget; strategie per impostare una corretta gestione della proprietà intellettuale e dell'accesso aperto ai dati nella proposta; esempi concreti di buone e cattive pratiche.</li> </ul> <p>Durata: 10 ore .</p>
<b>5</b>	<i>Valorizzazione e disseminazione dei risultati, della proprietà intellettuale e dell'accesso aperto ai dati e ai prodotti della ricerca</i>	<p>FARE SCIENZA APERTA OGGI: DALL'OPEN ACCESS ALL'OPEN DATA - L'obiettivo del seminario è fornire linee guide per introdurre gli studenti alla gestione e all'accesso aperto ai dati/prodotti della ricerca e al tempo stesso nelle questioni relative alla protezione della proprietà intellettuale e gli aspetti legali dell'editoria ad accesso aperto. Verrà introdotto il concetto di Open Data il concetto di dati FAIR (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable) come prerequisito essenziale per la pubblicazione e la condivisione dei propri dati. Verrà trattato il concetto di Open Access e verranno presentati i recenti sviluppi nel panorama delle pubblicazioni ad accesso aperto nonché le sfide che i giovani ricercatori devono affrontare in questo ambito.</p> <p>Il programma si articola in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Open Data e Proprietà intellettuale: linee guida su Open Science nei programmi di ricerca europei ed internazionali, come utilizzare i repository di dati, aspetti di condivisione e pubblicazione dei dati della ricerca; aspetti legali per la gestione dei dati personali e la protezione della proprietà intellettuale nell'editoria ad accesso aperto, come il diritto d'autore, le licenze, modalità di riutilizzo dei dati e materiali esistenti;</li> <li>• Gestione aperta dei dati e dati FAIR: ciclo di vita dei dati (dalla documentazione e immagazzinamento, all'utilizzo fino alla loro pubblicazione, protezione e riuso), come scrivere un piano di gestione dei dati, come rendere FAIR i propri dati seguendo gli standard esistenti e come valutare la FAIRness dei set di dati esistenti;</li> <li>• Open Access: caratteristiche e vantaggi dell'accesso aperto ai prodotti della ricerca, linee guida su Open Access nei programmi di ricerca europei ed internazionali come trovare riviste open access per il proprio lavoro e differenza rispetto a riviste su piattaforme tradizionali, licenze per la pubblicazione di dati e software, implicazioni dell'accesso a pubblicazioni tramite piattaforme di pubblicazione alternative.</li> </ul> <p>Durata: 6 ore.</p>
<b>6</b>	<i>Valorizzazione e disseminazione dei risultati, della proprietà intellettuale e dell'accesso aperto ai dati e ai prodotti della ricerca</i>	<p>PROTEZIONE E VALORIZZAZIONE DEI RISULTATI DELLA RICERCA: TUTELE E STRUMENTI - L'obiettivo del corso è introdurre gli studenti nelle questioni relative alla tutela delle proprie idee e ai principali strumenti per la protezione dei risultati della ricerca e alla loro valorizzazione. Il corso intende rendere i giovani ricercatori consapevoli di cosa sia la proprietà intellettuale, come si genera e come si tutela. Si approfondiranno in particolare le caratteristiche delle invenzioni e dei brevetti. Inoltre verranno illustrate le norme che regolano la titolarità dei risultati, il regolamento d'Ateneo in materia di proprietà intellettuale e industriale e i servizi offerti ai ricercatori per la tutela dei risultati innovativi frutto della loro ricerca. Il corso si propone inoltre di fornire le prime indicazioni di quali siano le possibilità per la valorizzazione della proprietà intellettuale e dei risultati della ricerca sul mercato. Si affronteranno le seguenti tematiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Protezione della proprietà intellettuale: varie forme di proprietà intellettuale, proteggersi con il diritto d'autore: normativa e ambito di applicazione; diritto d'autore e diritto industriale: oggetto e differenze fondamentali; Struttura dei brevetti e fondamenti di ricerca brevettuale;</li> <li>• Protezione del software: normativa vigente, modalità di protezione delle invenzioni implementate tramite computer; requisiti di validità, differenze ed vantaggi e svantaggi della protezione mediante brevetto o diritto d'autore;</li> <li>• Valorizzazione risultati della ricerca sul mercato: valorizzazione tramite brevetto e/o costituzione di startup innovative, relazioni tra ricerca e aziende per il trasferimento tecnologico dei risultati della ricerca, regolamento in materia di Universitas Mercatorum.</li> </ul> <p>Durata: 6 ore.</p>
<b>7</b>	<i>Principi fondamentali di etica, uguaglianza di genere e integrità</i>	<p>ETICA E INTEGRITA' DELLA RICERCA - Questo seminario ha l'obiettivo di presentare i principali aspetti di etica nonché delle implicazioni di natura etica della ricerca e presentati gli obiettivi e le regole di funzionamento delle istituzioni che si occupano di ricerca scientifica in fatto di etica. Il seminario inoltre si propone di introdurre il concetto di integrità nella ricerca cioè l'insieme dei principi e dei valori etici, dei doveri deontologici e degli standard professionali sui quali si fonda una condotta responsabile e corretta da parte di chi svolge (finanzia) o valuta la ricerca scientifica. L'applicazione dei principi e dei valori e il rispetto della deontologia e</p>

		<p>degli standard professionali sono garanzia della qualità stessa della ricerca e contribuiscono ad accrescere la reputazione e l'immagine pubblica della scienza, con importanti ricadute sulla comunità scientifica e sulla società. Verranno presentati i principi e le responsabilità richieste ad ogni ricercatore durante tutto il processo della ricerca, dalla pianificazione alla pubblicazione, fornendo consigli pratici su come affrontare questioni complesse. Il seminario esplorerà gli standard a cui tutti i ricercatori devono tendere in modo efficiente e coinvolgente.</p> <p>Si affronteranno le seguenti tematiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Etica nella ricerca: comitato etico: ruolo e funzioni; quando sottoporre una proposta di progetto al comitato etico; etica nei progetti che coinvolgono esseri umani; considerazioni di base sull'etica dei dati della ricerca e di protezione dei dati quando si lavora con i dati di ricerca che ha coinvolto esseri umani;</li> <li>• Integrità della ricerca: principi dell'integrità della ricerca; conseguenze di una violazione di questi principi; come creare consapevolezza sull'integrità della ricerca e sulle responsabilità dei ricercatori nel condurre l'attività di studio; principali strumenti e standard di riferimento.</li> </ul> <p>Durata: 3 ore.</p>
8	<i>Perfezionamento linguistico</i>	<p>INGLESE SCIENTIFICO - Il corso intende fornire elementi aggiuntivi di uso della lingua inglese in ambito scientifico e accademico. Il corso prevede due diverse parti. La prima è finalizzata all'acquisizione della consapevolezza di strutture linguistiche fondamentali per la scrittura e la pubblicazione di articoli scientifici in lingua inglese, nonché delle abilità linguistiche che sono necessarie durante la partecipazione interattiva in contesti accademici internazionali (convegni, seminari, ecc.). La seconda parte intende fornire competenze avanzate di lingua per una interazione efficace e per una maggiore adattabilità e flessibilità in contesti organizzativi complessi che caratterizzano sia la comunità accademica che il mondo del lavoro. In particolare verranno forniti strumenti linguistici avanzati per la negoziazione, lavoro cooperativo in team, espressione di concetti complessi, e comunicazione interpersonale costruttiva ed efficace.</p> <p>Durata: 24 ore.</p>
9	<i>Perfezionamento informatico</i>	<p>STRUMENTI INFORMATICI PER LA RICERCA - Obiettivo del corso è presentare l'utilità di alcuni strumenti informatici utili per la ricerca dei dottorandi, al fine di presentare i loro risultati. Nel seminario sarà spiegato come acquisire dimestichezza con le basi dati comunemente utilizzate nella ricerca, nonché con i principali strumenti di analisi degli stessi. Saranno presentate le modalità di gestione e organizzazione delle differenti tipologie di database, formule e fogli di lavoro, importazione e gestione di dati con diversi formati, elaborazione di statistiche descrittive, tabelle avanzate, pivot, grafici. Per realizzare grafici di funzioni, oltre ad Excel, saranno presentati all'interno del seminario alcuni programmi ad hoc quali Gnuplot o MAFAPlotter, tool gratuiti e open source disponibile per tutti i principali sistemi operativi, che consentono di visualizzare e tracciare grafici in 2D e in 3D partendo da funzioni matematiche. Altro strumento utile è Draw, appartenente alla suite Apache OpenOffice, che permette di realizzare diagrammi di flusso. Draw permette di esportare i grafici in formato pdf, jpeg, png, xml e html; il programma consente inoltre di salvare i lavori direttamente nei cloud (Dropbox, Drive e OneDrive). Verranno altresì presentati modalità e protocolli per il trasferimento dati, quali ad esempio ftp.</p> <p>A livello di scrittura, per la redazione di documenti, oltre al programma word, sarà descritto il linguaggio LaTeX, apprezzato per scrivere, ad esempio, articoli scientifici o documenti contenenti formule matematiche.</p> <p>Infine, per la presentazione dei propri risultati, nel seminario si tratterà delle funzionalità avanzate di PowerPoint per la creazione di presentazioni professionali. In particolare, verrà spiegato come gestire testo, immagini, loghi, oggetti complessi, colori e grafici per comunicare dati, analisi, piani di progetto, ecc.</p> <p>Durata: 24 ore.</p>
10	<i>Seminari</i>	<p>INFRASTRUTTURE DELLA RICERCA - Il seminario ha l'obiettivo di presentare le infrastrutture di ricerca come strumento fondamentale per realizzare sperimentazioni che richiedono grandi quantità di dati e di risorse, ad esempio, computazionali. Rientrano tra le infrastrutture di ricerca sia grandi attrezzature scientifiche che risorse quali collezioni, archivi, banche dati, ma anche infrastrutture virtuali (e-infrastructures) di dati, di calcolo, di comunicazione. Verranno mostrate le principali infrastrutture per la sperimentazione e la ricerca, in particolare quelle che offrono grandi capacità computazionali e facilità di programmazione specie per machine learning. Inoltre, verrà presentata la e-infrastruttura di ricerca europea per la sperimentazione su larga-scala che coinvolge più tipi di risorse quali cloud, reti wireless e 5G, IoT, big data, banchi di server. Oltre alla vasta gamma di risorse e tipologie di testbed, verranno presentati anche gli strumenti per l'accesso remoto alle attrezzature e risorse distribuite, nonché i servizi messi a disposizione per la sperimentazione remota, come ad esempio sonde di monitoraggio, strumenti di programmazione, collezione e memorizzazione di statistiche.</p> <p>Durata: 2 ore.</p>