

Denominazione	DIGITAL TWIN (Curriculum Tecnologie Digitali per l'industria 5.0)
Moduli componenti	-
Settore scientifico-disciplinare	IINF-05/A Sistemi di elaborazione delle Informazioni (ex ING_INF/05)
Anno di corso e semestre di erogazione	2° anno, 2° semestre
Lingua di insegnamento	Italiano
Carico didattico in crediti formativi universitari	6 CFU
Numero di ore di attività didattica frontale	DE: 48 ore (pari a 6 CFU di didattica erogativa)
Docente	Responsabile dell'insegnamento: Prof. Giuseppe Loseto (2 CFU) - Cosimo Damiano Carpentiere (4 CFU) Docenti: Giuseppe Loseto (parte dell'insegnamento relativa a definizione, differenze con scenari di simulazione e classificazione (asset, processi, reti), tecnologie e piattaforme per Digital Twin, modellazione di Digital Twin, creazione di modelli base, integrazione dati IoT, sviluppo dashboard e visualizzazioni) Cosimo Damiano Carpentiere (parte dell'insegnamento relativa a analisi e discussioni su casi di studio aziendali relativi a progetti di Digital Twin, strategie di governance, modelli organizzativi per progetti Digital Twin complessi, gestione degli stakeholder ed ecosistemi multi-attore, analisi critica di architetture tecniche applicate a progetti di Digital Twin, dimostrazioni pratiche e case study su applicazioni Digital Twin per smart cities, water management e urban mobility)
Risultati di apprendimento specifici	Il corso mira a fornire agli studenti una solida comprensione dei concetti fondamentali relativi alla progettazione di Digital Twin, integrando aspetti tecnici, metodologici e operativi. Vengono analizzati i fondamenti tecnici e le architetture Digital Twin, inclusi data pipeline distribuite e piattaforme cloud necessarie per progettare, gestire e ottimizzare applicazioni complesse in rete. Saranno inoltre analizzati modelli di business innovativi e strategie di governance applicate a progetti reali di Digital Twin realizzati da aziende locali ed internazionali. <i>Conoscenze e comprensione.</i> Lo studente acquisirà una conoscenza approfondita dei principi fondamentali dei Digital Twin, comprendendo le differenze rispetto ai modelli di simulazione tradizionali, le classificazioni (asset, processi, sistemi) e le principali tecnologie abilitanti. Verranno approfondite le architetture distribuite per l'acquisizione e l'analisi dei dati, i protocolli di comunicazione più comuni, le piattaforme e gli strumenti per la data pipeline. <i>Capacità di applicare conoscenze e comprensione.</i> Lo studente sarà in grado di progettare e implementare prototipi di Digital Twin sfruttando strumenti e tecnologie reali, modellando ambienti fisici e integrando flussi di dati in tempo reale. Sarà capace di applicare metodologie di strategic management per la definizione di roadmap di implementazione e la pianificazione di progetti digitali complessi. <i>Autonomia di giudizio e pensiero critico.</i> Al termine del corso lo studente sarà in grado di valutare criticamente l'idoneità di tecnologie, piattaforme e modelli di comunicazione in funzione dei requisiti specifici di un gemello digitale. Saprà inoltre proporre soluzioni tecniche giustificate in scenari complessi

	e dinamici. Sarà in grado di valutare criticamente opportunità e minacce, identificare trade-off tra diverse opzioni strategiche e formulare giudizi informati su investimenti e priorità di implementazione. <i>Abilità comunicative.</i> Lo studente sarà in grado di descrivere con chiarezza ed efficacia architetture cloud-native, flussi di comunicazione tra servizi, e soluzioni di gestione dei dati non relazionali. Saprà inoltre presentare e discutere soluzioni progettuali in team, documentando correttamente scelte tecniche tramite diagrammi, report e presentazioni orali, utilizzando terminologia tecnica corretta e aggiornata. Sarà capace di comunicare efficacemente con diversi stakeholder, adattando il linguaggio al contesto, e di presentare analisi economiche e valutazioni strategiche in modo chiaro e persuasivo. <i>Capacità di apprendimento.</i> Lo studente svilupperà un approccio autonomo all'apprendimento di nuove piattaforme e tecnologie emergenti nel campo dei Digital Twin. Sarà preparato a proseguire in attività di ricerca o sviluppo, aggiornandosi su strumenti e modelli innovativi in un contesto tecnologico in costante evoluzione. Lo studente svilupperà inoltre la capacità di apprendere continuamente dai progetti reali, di adattare framework manageriali a nuove tecnologie emergenti, e di sviluppare competenze trasversali per gestire efficacemente progetti di innovazione digitale in contesti organizzativi complessi.
Programma	Il programma del corso è composto dai seguenti contenuti didattici: ● Fondamenti tecnici e architetture per Digital Twin (Giuseppe Loseto, 2 CFU) ○ Definizione, differenze con scenari di simulazione e classificazione (asset, processi, reti) ○ Tecnologie e piattaforme per Digital Twin: message broker, protocolli, piattaforme cloud, modelli distribuiti ○ Modellazione di Digital Twin, creazione di modelli base, integrazione dati IoT, sviluppo dashboard e visualizzazioni ● Laboratori pratici e casi di studio su Digital Twin (Cosimo Carpentiere, 4 CFU) ○ Analisi e discussioni su casi di studio aziendali relati a progetti di Digital Twin: strategie di governance, modelli organizzativi per progetti Digital Twin complessi, gestione degli stakeholder ed ecosistemi multi-attore ○ Analisi critica di architetture tecniche applicate a progetti di Digital Twin ○ Dimostrazioni pratiche e case study su applicazioni Digital Twin per smart cities, water management e urban mobility
Tipologie di attività didattiche previste e relative modalità di svolgimento	L'insegnamento è strutturato in lezioni di didattica frontale, incoraggiando l'interazione e la partecipazione attiva degli studenti, ed esercitazioni integrate con le lezioni e svolte con l'ausilio di un elaboratore. Saranno mostrati esempi di progettazione ed implementazione di soluzioni per Digital Twins in scenari applicativi. È previsto inoltre l'utilizzo di tecnologie digitali per l'erogazione delle lezioni e delle esercitazioni.
Metodi e criteri di valutazione dell'apprendimento	La valutazione dell'apprendimento (sia per studenti frequentanti che non frequentanti) consiste nella realizzazione di una attività laboratoriale singola o di gruppo orientata allo sviluppo di un project work in cui implementare un prototipo di Digital Twin. Ogni gruppo è formato tipicamente da 2-3 studenti. Il project work si incentra sulla proposta e sullo sviluppo di un gemello digitale relativo ad uno scenario realistico individuato dal gruppo di lavoro al fine di identificare le opportunità e l'impatto della tecnologia utilizzata su uno o più aspetti dell'impresa (strategia, persone, processi). Il progetto finale prevede inoltre una presentazione (es. in formato power point) realizzata in occasione del workshop di fine corso. La presentazione finale del project work, a cui parteciperà ciascun componente del gruppo, è oggetto comunque di valutazione individuale e si basa sulla completezza ed approfondimento dei contenuti, sulla capacità di gestione del tempo in occasione della presentazione, e sulla capacità di comunicazione sia scritta che orale in occasione della presentazione finale. Il voto

	finale di ciascuno studente dipenderà sia dalla qualità del lavoro di gruppo, che dalla modalità di presentazione dello stesso.
Criteri di misurazione dell'apprendimento e di attribuzione del voto finale	La valutazione dell'apprendimento prevede l'attribuzione di un voto finale espresso in trentesimi. Il voto finale sarà determinato attraverso l'esame sopra dettagliato. In particolare, ai fini della valutazione del project work si tiene conto della capacità di applicare le conoscenze acquisite all'elaborazione di un caso applicativo concreto, dimostrando autonomia di giudizio, spirito critico e propositivo e la proprietà di linguaggio nel comunicare i risultati ottenuti.
Propedeuticità	Non sono richiesti prerequisiti specifici, ma è auspicabile una buona familiarità con l'uso di un elaboratore. Sono inoltre richieste le competenze acquisite nei corsi di Fondamenti di Informatica e Basi di Dati e Sistemi Informativi.
Materiale didattico utilizzato e materiale didattico consigliato	- Digital Twins. Yogini Borole, Pradnya Borkar, Roshani Raut, Vijaya Parag Balpande, Prasenjit Chatterjee. O'Reilly 2023. ISBN 9783110778960. - Report, documenti e slides fornite dal docente