



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Green Industrial Engineering for Sustainable Development - Ingegneria industriale green per lo sviluppo sostenibile (sede di Latina) (2024)

Il corso

Codice corso: 32342

Classe di laurea: LM-26

Durata: 2 anni

Lingua: ENG

Modalità di erogazione:

Dipartimento: INGEGNERIA CHIMICA, MATERIALI, AMBIENTE

Presentazione

Il corso si propone di definire, quale obiettivo specifico, l'interazione tra i concetti di sostenibilità e produzione industriale, in termini di modelli di gestione dei processi che integrano i due concetti risolvendo e superando la visione dicotomica dell'ingegneria classica. Le competenze trasversali, previste nel percorso formativo, consentono di arricchire conoscenza e comprensione di tali concetti: l'analisi delle strategie di produzione di beni e servizi, di utilizzo di tecnologie innovative e dei nuovi materiali, la commistione di saperi mutuati da discipline, afferenti ad ambiti apparentemente molto distanti, che richiamano l'imprescindibilità di indagare i fenomeni adottando una chiave di lettura olistica per la declinazione della sostenibilità. Quindi, la garanzia di resilienza e l'ottimizzazione dell'efficienza dei sistemi, dei processi industriali e delle relative tecnologie, obiettivi specifici della formazione che costituiscono anche le soluzioni applicative alle politiche di sostenibilità, declinabili secondo competenze che richiamano: - progettazione green per gli obiettivi della sostenibilità: capacità di anticipare e comprendere le richieste attuali e future, concependo una formazione tecnica che garantisce un approccio sostenibile ai problemi ingegneristici, richiedendo anche capacità di lettura e previsione dell'evoluzione dei processi e dei sistemi integrando nuove tecnologie - capacità di sintesi tecnica per gli obiettivi della sostenibilità: capacità di valutare e aggregare tutti i temi tecnici emergenti attuando un "approccio di portafoglio". Tale approccio necessita, quindi, l'integrazione di discipline tecniche afferenti ad ambiti diversi e complementari. - strategia di progettazione a medio-lungo termine per gli obiettivi della sostenibilità. - strumenti di pianificazione per gli obiettivi della sostenibilità: capacità di sintetizzare valutazioni quantitative e qualitative. Le abilità necessarie a supportare questo processo di cambiamento sono sicuramente incentrate sulla capacità di sintesi nella definizione degli obiettivi di sostenibilità e sulla individuazione di soluzioni tecniche e tecnologiche innovative, sull'attitudine al lavoro di gruppo e al problem solving. L'importanza delle tematiche inerenti la progettazione competente e la realizzazione efficace degli obiettivi, nel contesto del nuovo approccio sintetizzato dalla rivoluzione industriale 4.0 in risposta agli obiettivi programmatici dell'Agenda 2030, è specifica del corso di laurea magistrale in Green Industrial Engineering for Sustainable Development. Il corso, erogato in lingua inglese, fornisce una formazione di livello avanzato per operare nell'ambito della progettazione e realizzazione dei processi industriali green e sostenibili. Il progetto formativo approfondisce gli argomenti culturali di base propedeutici all'acquisizione di competenze specialistiche ed innovative inerenti i settori dell'industria di processo e delle tecnologie verdi. Il percorso prevede, quindi, una formazione di base comune ai due indirizzi (sustainable

processes e green technologies), con approfondimenti delle tematiche normative ed economiche, di machine learning e di sicurezza dei sistemi applicati all'eco-design dei materiali e all'eco-management degli impianti industriali. Le competenze acquisite nei rispettivi indirizzi sono differenziate nei termini di seguito indicati:

Sustainable processes: è un percorso formativo che, sulla base della formazione comune obbligatoria, specifica la competenza nei settori dell'industria di processo, delle tecnologie chimiche verdi, della LCA, dei processi di trattamento dei reflui industriale e dei gas, dei servizi ecosistemici, dei processi di riciclo.

Green Technologies: è un percorso formativo che, sulla base della formazione comune obbligatoria, specifica le competenze nei settori di sistemi avanzati di conversione dell'energia, di mecatronica per le applicazioni industriali verdi, di diagnostica e prognostica dei sistemi industriali. È previsto un congruo numero di crediti per attività formative a scelta guidata (di orientamento), ossia orientate prevalentemente ad uno degli ambiti caratterizzanti la sicurezza e la protezione civile, ambientale e del territorio, ovvero industriale, a scelta dello studente, nonché un adeguato numero di crediti a scelta libera, e per la prova finale (tesi di laurea). L'impegno orario a disposizione dello studente per lo studio personale o per altra attività formativa di tipo individuale è pari ad almeno il 60% dell'impegno orario complessivo.

Percorso formativo

SUSTAINABLE PROCESSES

1° anno

Insegnamento	Semestre	CFU	Lingua
10609391 INDUSTRIAL PLANTS ECO-MANAGEMENT	1°	9	ENG

Obiettivi formativi

Il corso si propone di introdurre alla conoscenza della Azienda Industriale e degli asset tecnici e produttivi di cui essa si serve, in ottica di Resilienza e di Sostenibilità. Obiettivo generale è dunque lo Studio Tecnico-Economico-Finanziario di una iniziativa industriale rispondente a ben definiti obiettivi di Resilienza e Sostenibilità.

Vengono quindi introdotti i criteri e i metodi di Progettazione degli Impianti Industriali e dei relativi Impianti di Servizio e Facilities, compresi gli aspetti di Sicurezza e Manutenzione degli ambienti di lavoro, delle apparecchiature e degli impianti, in vista del raggiungimento di obiettivi di Resilienza e Sostenibilità.

Particolare enfasi viene data alla Innovazione Tecnologica, in particolare alla luce del paradigma Industria 4.0 e alle relative tecnologie "abilitanti": Big Data, Cloud Computing, Internet of Things, Machine Learning, Tele-manutenzione intelligente.

Il corso si sviluppa attraverso lezioni teoriche ed esercitazioni assistite dal docente finalizzate alla predisposizione di un progetto di gruppo, consistente nello Studio di Fattibilità di un investimento industriale green, orientato alla integrazione di tecnologie innovative ed al perseguimento di obiettivi di Resilienza e Sostenibilità.

A conclusione del corso l'allievo avrà acquisito le seguenti conoscenze:

1. Come è organizzata e gestita una azienda industriale green
2. Come si verifica l'andamento economico e l'efficienza di una azienda industriale
3. Come si verifica la fattibilità di un investimento industriale green
4. Come si progetta un impianto industriale
5. Qualità sicurezza e manutenzione per il perseguimento di obiettivi di Resilienza e di Sostenibilità.

Abilità specifica conseguita dall'allievo a conclusione del corso consisterà nella capacità autonoma di sviluppare lo studio di fattibilità tecnico-economico-finanziario di un investimento industriale green.

10609395 CIRCULAR ECONOMY	1°	6	ENG
-----------------------------	----	---	-----

Obiettivi formativi

The course provides the tools to understand the reality of sustainable business in terms of: distinctive elements, purposes, strategic management, relationships with the environment, organization and internal relationships.

The course provides skills on the issues of innovation and sustainability, in terms of economic-financial, social and environmental analysis; provides training oriented towards the study of business systems and integrated reporting, in order to make economic-financial performance compatible with environmental, social and governance (ESG) indicators.

At the end of the course the student will have the skills to understand the requirements of a sustainable company in terms of: strategic management, strategic planning, internal organization, analysis and construction of the competitive advantage. The student will be able to define a strategic plan through: internal and external analysis, competition assessment, choice of markets, definition of an offer for the various stakeholders in a sustainable approach. Furthermore, the student will have the knowledge of the main methods of certification and measurement of sustainability.

10609397 URBAN MINING AND RECYCLING PROCESSES	2°	9	ENG
---	----	---	-----

Obiettivi formativi

Il corso è indirizzato a fornire competenze relative ai processi di trattamento per il riciclo dei materiali e alla valorizzazione delle materie prime secondarie tenendo presenti gli aspetti tecnici, economici, ambientali e le innovazioni tecnologiche del settore. Il corso si propone di illustrare le principali tecnologie e le relative apparecchiature a scala di laboratorio e/o di impianto industriale al fine di effettuare il riconoscimento, la caratterizzazione, la selezione e il trattamento dei materiali da riciclare di diversa natura e provenienza sia di origine civile che industriale. Partendo dalla conoscenza delle proprietà dei solidi sarà possibile valutare e definire, per i diversi materiali di scarto, sia singolarmente che associati, nonché per diverse tipologie di manufatti giunti a fine vita, le tecniche di trattamento fisico-meccanico più idonee al fine di produrre una materia prima secondaria. Verranno quindi esaminate alcune delle principali filiere di riciclo per la produzione di materie prime secondarie, evidenziando le problematiche esistenti e i fattori chiave di ciascun processo.

Sulla base delle conoscenze acquisite lo studente sarà in grado di definire le operazioni fondamentali, la loro sequenza e le logiche operative al fine di poter progettare un processo finalizzato al riciclo meccanico di materiali e prodotti giunti a fine vita, scegliendo i metodi di separazione più idonei, definiti a partire dalla caratterizzazione dei materiali solidi che costituiscono gli scarti, anche attraverso approcci innovativi. Lo studente svilupperà inoltre la capacità di valutare, selezionare e applicare i metodi per il controllo di qualità relativamente sia ai flussi di alimentazione che ai prodotti in uscita da un impianto di riciclo, al fine di conseguire l'ottimizzazione dei processi, massimizzando il recupero e il valore delle materie prime secondarie.

10609393 | MATERIALS
SELECTION IN ECO-
DESIGN

2°

9

ENG

Obiettivi formativi**Obiettivi generali**

Le prestazioni del prodotto sono direttamente influenzate dalle proprietà classiche e non tecniche dei materiali utilizzati. Ecco perché il processo di selezione dei materiali (MSP) è una parte importante del processo di progettazione. L'obiettivo di questo corso è dimostrare che gli approcci di selezione dei materiali esistenti, inclusi i criteri meccanici e ambientali, non sono sufficientemente completi per effettuare una scelta ottimale dei materiali nella fase di progettazione preliminare. Infatti, in questa fase di progettazione, è necessario fare la scelta migliore per ottimizzare i requisiti tecnici ed economici di un componente riducendo l'impatto ambientale (EI) del prodotto nell'intero ciclo di vita (LC).

L'obiettivo è quindi di fornire allo studente le conoscenze di base sui diversi metodi per la selezione dei materiali attraverso:

- l'esperienza da casi di studio con la metodologia per la selezione sistematica di materiali, per il design e per i metodi di produzione per componenti o prodotti;
- conoscenza di base delle connessioni tra ambiente, energia e selezione dei materiali per quanto riguarda i loro metodi di produzione e per i diversi prodotti durante il loro ciclo di vita;
- conoscenza dei metodi per la progettazione di processi e prodotti in ottica di sviluppo sostenibile
- capacità di effettuare selezioni di materiali dal punto di vista sostenibile per quanto riguarda i metodi di produzione e gli aspetti del ciclo di vita.

Obiettivi specifici**Conoscenze e capacità di comprendere:**

Al termine del corso lo studente avrà integrato la sua conoscenza con gli aspetti applicativi tipici della scienza e tecnologia dei materiali e le conoscenze di base sui diversi metodi per la selezione dei materiali; avrà una panoramica completa dei materiali di interesse ingegneristico in relazione alla metodologia per la selezione sistematica di essi, al design e ai metodi di produzione. Avrà inoltre una conoscenza di base sulle prestazioni dei materiali e sui criteri e relazioni per la progettazione e il riciclo.

Competenze:

Alla fine del percorso di studio lo studente avrà sviluppato la capacità di scegliere il materiale migliore per le applicazioni desiderate. Sarà in grado di selezionare la metodologia più opportuna per la selezione del materiale in funzione del processo produttivo per la realizzazione del componente. Sarà in grado anche di mettere in atto gli accorgimenti opportuni per prolungare la vita del materiale e consentirne il riciclo.

Autonomia di giudizio:

Al superamento dell'esame lo studente dovrebbe aver sviluppato la capacità di valutare criticamente i dati analitici del comportamento e la selezione di un materiale per prevederne il comportamento in esercizio.

Capacità comunicative:

Al superamento dell'esame lo studente dovrebbe aver maturato una sufficiente proprietà di linguaggio, quantomeno per quanto attiene alla terminologia tecnica specifica dell'insegnamento.

10609396 | EUROPEAN
AND INTERNATIONAL
LAWS

2°

6

ENG

Insegnamento**Semestre****CFU****Lingua****Obiettivi formativi**

Conoscenza e capacità di comprensione: gli studenti saranno in grado di disporre di una avanzata conoscenza delle questioni costituzionali e materiali del Diritto dell'Unione europea, ed in particolare del funzionamento istituzionale dell'Unione europea e del suo sistema legislativo.

Conoscenza e capacità di comprensione applicate: gli studenti saranno in grado di avere una conoscenza di base sul sistema dei ricorsi giurisdizionali e su questioni quali la cittadinanza europea ed il divieto di discriminazioni.

Autonomia di giudizio: gli studenti svilupperanno un'autonoma capacità di giudizio, in una prospettiva storica, teorica e critica sui fondamenti del diritto dell'Unione europea.

Abilità comunicative: gli studenti svilupperanno l'attitudine al ragionamento giuridico e la capacità di argomentazione sui fondamenti del diritto dell'Unione europea.

Capacità di apprendere: alla fine del corso gli studenti avranno acquisito familiarità con le norme che governano l'Unione europea.

10609398 | GREEN
CHEMICAL PROCESSES
FOR PHARMACEUTICAL
AND AGROFOOD
INDUSTRIES

2°

9

ENG

Obiettivi formativi

Il corso si propone l'obiettivo di fornire agli studenti conoscenze sulle applicazioni eco-sostenibili utili ad affrontare le diverse problematiche e sfide ambientali contemporanee nell'industria farmaceutica e agro-alimentare.

AAF1938 | ELECTIVE
COURSE

2°

6

ENG

Obiettivi formativi

Un corso a scelta dallo studente

12 CFU OPZIONALE
SUSTAINABLE
PROCESSES

2° anno**Insegnamento****Semestre****CFU****Lingua**

10592833 | MACHINE
LEARNING

1°

9

ENG

Insegnamento	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi			
<p>Obiettivi generali: L'obiettivo del corso è presentare un ampio spettro di metodi e algoritmi di apprendimento automatico, discutendone le proprietà e i criteri di applicabilità e di convergenza. Si presentano anche diversi esempi di impiego efficace delle tecniche di apprendimento automatico in diversi scenari applicativi.</p> <p>Gli studenti avranno la capacità di risolvere problemi di apprendimento automatico, partendo da una corretta formulazione del problema, con la scelta di un opportuno algoritmo, e sapendo condurre un'analisi sperimentale per valutare i risultati ottenuti.</p> <p>Obiettivi specifici:</p> <p>Conoscenza e comprensione: Fornire un'ampia panoramica sui principali metodi e algoritmi di apprendimento automatico per i problemi di classificazione, regressione, apprendimento, non-supervisionato e apprendimento per rinforzo. I diversi problemi affrontati vengono definiti formalmente e vengono fornite sia le basi teoriche sia informazione tecniche per comprendere le soluzioni adottate.</p> <p>Applicare conoscenza e comprensione: Risolvere problemi specifici di apprendimento automatico a partire da insiemi di dati, mediante l'applicazione delle tecniche studiate. Lo svolgimento di due homework (piccoli progetti da svolgere a casa) consente agli studenti di applicare le conoscenze acquisite.</p> <p>Capacità critiche e di giudizio: Essere in grado di valutare la qualità di un sistema di apprendimento automatico usando opportune metriche e metodologie di valutazione.</p> <p>Capacità comunicative: Produrre un rapporto tecnico che descrive i risultati degli homework, acquisendo quindi la capacità di comunicare i risultati ottenuti dall'applicazione delle conoscenze acquisite nella soluzione di un problema specifico.</p> <p>Assistere ad esempi di comunicazione e condivisione dei risultati raggiunti in applicazioni reali forniti da esperti all'interno di seminari erogati durante il corso.</p> <p>Capacità di apprendimento: Approfondimento autonomo di alcuni argomenti presentati nel corso tramite lo svolgimento di homework, con possibilità anche di lavorare insieme ad altri studenti (lavoro di gruppo) per risolvere problemi specifici.</p>			
AAF1938 ELECTIVE COURSE	1°	6	ENG
Obiettivi formativi			
Un corso a scelta dallo studente			
10609392 SAFETY SYSTEMS	2°	9	ENG

Obiettivi formativi

The course aims to provide the analytical bases functional to the evaluation models and design methods related to the "planning and verification of Critical Infrastructures (CIs)", understood as a service referable primarily to mobility infrastructures, more generally, to complex systems where risk analysis is required to verify safety conditions (general target). The main topics are:

Asset System Definition and Characterization (knowledge and understanding)

The definition of data collection for Critical Infrastructures (CIs, i.e. roads and railways) and their functional classification is based on fixed target set (i.e. public transport, cargo and dangerous goods transport, mobility) and on operational continuity (internal and external interdependencies) both in ordinary conditions and in emergency. The resulting operational classification of critical points, according to the guidelines on CIs monitoring and maintainability in order to operational classify in warning classes, is the actual proposal compliant with critical component classification to define durability (Assets' Age) and vulnerability to hazards. Consequently impact analysis of functional unavailability on services continuity (evaluation of interconnections and alternative paths) is derived to investigate redundancy and verify alternative paths to guarantee services continuity. Results imply the definition of critical points ranking. In addition, the scenarios analysis, based on Initiating Events (i.e. seismic event, fire event, both natural and anthropic hazards), is proposed to quantify the hazard flow versus exposed people, services and assets. The hazard identification for critical points allows mapping of hazard indicators.

Learning achievements (applying knowledge and understanding):

- 1: CIs: data collection and their functional classification based on target set (i.e. public transport, cargo and dangerous goods) and operational continuity (internal and external interdependencies) both in ordinary conditions and in emergency.
- 2: CIs: analysis of critical points according to the guidelines on CIs monitoring and maintainability in order to operational classify in warning classes.
- 3: CIs: Impact analysis of functional unavailability on service continuity (evaluation of interconnections and alternative paths).
- 4: CIs: Ranking of critical points. Scenarios analysis based on Initiating Events (i.e. seismic event, fire event) to quantify hazard flow versus exposed people, services and assets.
- 5: CIs: hazard identification for critical points (Hazard Indicators mapping).

Multi-hazard risk assessment of infrastructure networks and assets (knowledge and understanding)

Main knowledge derives from a comprehensive multi-hazard risk assessment framework to be used for linear critical infrastructures (i.e., road and railway networks, oil and gas pipelines, distribution networks for energetic purpose, hydraulic networks for civil purposes, as well as point-like infrastructures). The reliability analysis results by scenario simulations referred to multiple hazards, analysis of the interactions between different hazard sources, domino effects and interdependencies between CIs component. Risk Evaluation: Quantitative Probabilistic Risk evaluation is directed towards the question of acceptability and the explicit discussion of safety criteria. For a systemic and operable risk evaluation one has to define safety criteria and to determine whether a given risk level is acceptable or not. In other words risk evaluation has to give an answer to the question "Is the estimated risk acceptable?" Risk and Safety Management: If the estimated risk is considered as not acceptable, additional safety measures have to be proposed. Therefore the effectiveness and also cost-effectiveness of different safety measures can be determined by using the initial frequency and consequence analysis of the scenarios

which will be positively or negatively affected under the assumption that the investigated safety measure has been implemented.

Learning achievements (applying knowledge and understanding):

- 1: Development of multi-hazard risk assessment for road and railway networks, including main types of consequences that can be analyzed in a critical infrastructure risk assessment.
- 2: Quantitative probabilistic risk assessment: fault tree and event tree analysis, multi-hazard scenarios analysis, fire and evacuation simulation for road and railway tunnels
- 3: General model for interactions and interdependencies among components of the same critical infrastructure as well as with components of other types of critical infrastructures is defined. Consequently integrated framework for the multi-hazard risk assessment of CIs will be set up accounting also for interactions and interdependencies.

Integrated Technologies and Solutions for Holistic Risk Reduction & Resilience Enhancement (knowledge and understanding)

Main knowledge derives from holistic integrated solutions addressing an overall protection of roads and railways. Safety is investigated at different levels: starting from single asset (road or rail and their critical points) to global network (interconnections and alternative paths), with focus on interdependencies and domino effects, considering multi-risks natural or accidental and will be addressed through development of open knowledge-sharing tool.

Insegnamento	Semestre	CFU	Lingua
AAF2337 APPRENTICESHIP	2°	6	ENG
Obiettivi formativi			
Tirocinio			
AAF1811 FINAL DISSERTATION	2°	24	ENG
Obiettivi formativi			
Tesi finale			
12 CFU OPZIONALE SUSTAINABLE PROCESSES			

GREEN TECHNOLOGIES

1° anno

Insegnamento	Semestre	CFU	Lingua
10609391 INDUSTRIAL PLANTS ECO-MANAGEMENT	1°	9	ENG

Obiettivi formativi

Il corso si propone di introdurre alla conoscenza della Azienda Industriale e degli asset tecnici e produttivi di cui essa si serve, in ottica di Resilienza e di Sostenibilità. Obiettivo generale è dunque lo Studio Tecnico-Economico-Finanziario di una iniziativa industriale rispondente a ben definiti obiettivi di Resilienza e Sostenibilità.

Vengono quindi introdotti i criteri e i metodi di Progettazione degli Impianti Industriali e dei relativi Impianti di Servizio e Facilities, compresi gli aspetti di Sicurezza e Manutenzione degli ambienti di lavoro, delle apparecchiature e degli impianti, in vista del raggiungimento di obiettivi di Resilienza e Sostenibilità.

Particolare enfasi viene data alla Innovazione Tecnologica, in particolare alla luce del paradigma Industria 4.0 e alle relative tecnologie "abilitanti": Big Data, Cloud Computing, Internet of Things, Machine Learning, Tele-manutenzione intelligente.

Il corso si sviluppa attraverso lezioni teoriche ed esercitazioni assistite dal docente finalizzate alla predisposizione di un progetto di gruppo, consistente nello Studio di Fattibilità di un investimento industriale green, orientato alla integrazione di tecnologie innovative ed al perseguimento di obiettivi di Resilienza e Sostenibilità.

A conclusione del corso l'allievo avrà acquisito le seguenti conoscenze:

1. Come è organizzata e gestita una azienda industriale green
2. Come si verifica l'andamento economico e l'efficienza di una azienda industriale
3. Come si verifica la fattibilità di un investimento industriale green
4. Come si progetta un impianto industriale
5. Qualità sicurezza e manutenzione per il perseguimento di obiettivi di Resilienza e di Sostenibilità.

Abilità specifica conseguita dall'allievo a conclusione del corso consisterà nella capacità autonoma di sviluppare lo studio di fattibilità tecnico-economico-finanziario di un investimento industriale green.

10609395 CIRCULAR ECONOMY	1°	6	ENG
-----------------------------	----	---	-----

Insegnamento**Semestre****CFU****Lingua****Obiettivi formativi**

The course provides the tools to understand the reality of sustainable business in terms of: distinctive elements, purposes, strategic management, relationships with the environment, organization and internal relationships.

The course provides skills on the issues of innovation and sustainability, in terms of economic-financial, social and environmental analysis; provides training oriented towards the study of business systems and integrated reporting, in order to make economic-financial performance compatible with environmental, social and governance (ESG) indicators.

At the end of the course the student will have the skills to understand the requirements of a sustainable company in terms of: strategic management, strategic planning, internal organization, analysis and construction of the competitive advantage. The student will be able to define a strategic plan through: internal and external analysis, competition assessment, choice of markets, definition of an offer for the various stakeholders in a sustainable approach. Furthermore, the student will have the knowledge of the main methods of certification and measurement of sustainability.

10609407 |
MECHATRONICS IN
GREEN INDUSTRIAL
APPLICATIONS

1°

9

ENG

Obiettivi formativi

The course aims at providing the student with three different and fundamental tools in the design of mechatronic devices:

- 1.) become familiar with new notions in the field of electromechanical systems modelling and their control, mixing fundamental mechanics, principle of control, sensors and actuators technology
- 2.) develop the ability of using the acquired notions in the context of design starting from scratch
- 3.) became able to compare their own design and engineering proposal with those existing at the state of the art, also by interrogating patent databases

10609393 | MATERIALS
SELECTION IN ECO-
DESIGN

2°

9

ENG

Obiettivi formativi

Obiettivi generali

Le prestazioni del prodotto sono direttamente influenzate dalle proprietà classiche e non tecniche dei materiali utilizzati. Ecco perché il processo di selezione dei materiali (MSP) è una parte importante del processo di progettazione. L'obiettivo di questo corso è dimostrare che gli approcci di selezione dei materiali esistenti, inclusi i criteri meccanici e ambientali, non sono sufficientemente completi per effettuare una scelta ottimale dei materiali nella fase di progettazione preliminare. Infatti, in questa fase di progettazione, è necessario fare la scelta migliore per ottimizzare i requisiti tecnici ed economici di un componente riducendo l'impatto ambientale (EI) del prodotto nell'intero ciclo di vita (LC).

L'obiettivo è quindi di fornire allo studente le conoscenze di base sui diversi metodi per la selezione dei materiali attraverso:

- l'esperienza da casi di studio con la metodologia per la selezione sistematica di materiali, per il design e per i metodi di produzione per componenti o prodotti;
- conoscenza di base delle connessioni tra ambiente, energia e selezione dei materiali per quanto riguarda i loro metodi di produzione e per i diversi prodotti durante il loro ciclo di vita;
- conoscenza dei metodi per la progettazione di processi e prodotti in ottica di sviluppo sostenibile
- capacità di effettuare selezioni di materiali dal punto di vista sostenibile per quanto riguarda i metodi di produzione e gli aspetti del ciclo di vita.

Obiettivi specifici

Conoscenze e capacità di comprendere:

Al termine del corso lo studente avrà integrato la sua conoscenza con gli aspetti applicativi tipici della scienza e tecnologia dei materiali e le conoscenze di base sui diversi metodi per la selezione dei materiali; avrà una panoramica completa dei materiali di interesse ingegneristico in relazione alla metodologia per la selezione sistematica di essi, al design e ai metodi di produzione. Avrà inoltre una conoscenza di base sulle prestazioni dei materiali e sui criteri e relazioni per la progettazione e il riciclo.

Competenze:

Alla fine del percorso di studio lo studente avrà sviluppato la capacità di scegliere il materiale migliore per le applicazioni desiderate. Sarà in grado di selezionare la metodologia più opportuna per la selezione del materiale in funzione del processo produttivo per la realizzazione del componente. Sarà in grado anche di mettere in atto gli accorgimenti opportuni per prolungare la vita del materiale e consentirne il riciclo.

Autonomia di giudizio:

Al superamento dell'esame lo studente dovrebbe aver sviluppato la capacità di valutare criticamente i dati analitici del comportamento e la selezione di un materiale per prevederne il comportamento in esercizio.

Capacità comunicative:

Al superamento dell'esame lo studente dovrebbe aver maturato una sufficiente proprietà di linguaggio, quantomeno per quanto attiene alla terminologia tecnica specifica dell'insegnamento.

10609396 | EUROPEAN
AND INTERNATIONAL
LAWS

2°

6

ENG

Obiettivi formativi

Conoscenza e capacità di comprensione: gli studenti saranno in grado di disporre di una avanzata conoscenza delle questioni costituzionali e materiali del Diritto dell'Unione europea, ed in particolare del funzionamento istituzionale dell'Unione europea e del suo sistema legislativo.

Conoscenza e capacità di comprensione applicate: gli studenti saranno in grado di avere una conoscenza di base sul sistema dei ricorsi giurisdizionali e su questioni quali la cittadinanza europea ed il divieto di discriminazioni.

Autonomia di giudizio: gli studenti svilupperanno un'autonoma capacità di giudizio, in una prospettiva storica, teorica e critica sui fondamenti del diritto dell'Unione europea.

Abilità comunicative: gli studenti svilupperanno l'attitudine al ragionamento giuridico e la capacità di argomentazione sui fondamenti del diritto dell'Unione europea.

Capacità di apprendere: alla fine del corso gli studenti avranno acquisito familiarità con le norme che governano l'Unione europea.

AAF1938 | ELECTIVE
COURSE

2°

6

ENG

Insegnamento	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi			
Un corso a scelta dallo studente			
12 CFU OPZIONALE GREEN TECHNOLOGIES			

2° anno

Insegnamento	Semestre	CFU	Lingua
10592833 MACHINE LEARNING	1°	9	ENG

Obiettivi formativi

Obiettivi generali:

L'obiettivo del corso è presentare un ampio spettro di metodi e algoritmi di apprendimento automatico, discutendone le proprietà e i criteri di applicabilità e di convergenza. Si presentano anche diversi esempi di impiego efficace delle tecniche di apprendimento automatico in diversi scenari applicativi.

Gli studenti avranno la capacità di risolvere problemi di apprendimento automatico, partendo da una corretta formulazione del problema, con la scelta di un opportuno algoritmo, e sapendo condurre un'analisi sperimentale per valutare i risultati ottenuti.

Obiettivi specifici:

Conoscenza e comprensione:

Fornire un'ampia panoramica sui principali metodi e algoritmi di apprendimento automatico per i problemi di classificazione, regressione, apprendimento, non-supervisionato e apprendimento per rinforzo.

I diversi problemi affrontati vengono definiti formalmente e vengono fornite sia le basi teoriche sia informazione tecniche per comprendere le soluzioni adottate.

Applicare conoscenza e comprensione:

Risolvere problemi specifici di apprendimento automatico a partire da insiemi di dati, mediante l'applicazione delle tecniche studiate. Lo svolgimento di due homework (piccoli progetti da svolgere a casa) consente agli studenti di applicare le conoscenze acquisite.

Capacità critiche e di giudizio:

Essere in grado di valutare la qualità di un sistema di apprendimento automatico usando opportune metriche e metodologie di valutazione.

Capacità comunicative:

Produrre un rapporto tecnico che descrive i risultati degli homework, acquisendo quindi la capacità di comunicare i risultati ottenuti dall'applicazione delle conoscenze acquisite nella soluzione di un problema specifico.

Assistere ad esempi di comunicazione e condivisione dei risultati raggiunti in applicazioni reali forniti da esperti all'interno di seminari erogati durante il corso.

Capacità di apprendimento:

Approfondimento autonomo di alcuni argomenti presentati nel corso tramite lo svolgimento di homework, con possibilità anche di lavorare insieme ad altri studenti (lavoro di gruppo) per risolvere problemi specifici.

1051502 ADVANCED ENERGY CONVERSION SYSTEMS	1°	9	ENG
--	----	---	-----

Insegnamento	Semestre	CFU	Lingua
AAF1938 ELECTIVE COURSE	1°	6	ENG
Obiettivi formativi			
Un corso a scelta dallo studente			
10609392 SAFETY SYSTEMS	2°	9	ENG

Obiettivi formativi

The course aims to provide the analytical bases functional to the evaluation models and design methods related to the "planning and verification of Critical Infrastructures (CIs)", understood as a service referable primarily to mobility infrastructures, more generally, to complex systems where risk analysis is required to verify safety conditions (general target). The main topics are:

Asset System Definition and Characterization (knowledge and understanding)

The definition of data collection for Critical Infrastructures (CIs, i.e. roads and railways) and their functional classification is based on fixed target set (i.e. public transport, cargo and dangerous goods transport, mobility) and on operational continuity (internal and external interdependencies) both in ordinary conditions and in emergency. The resulting operational classification of critical points, according to the guidelines on CIs monitoring and maintainability in order to operational classify in warning classes, is the actual proposal compliant with critical component classification to define durability (Assets' Age) and vulnerability to hazards. Consequently impact analysis of functional unavailability on services continuity (evaluation of interconnections and alternative paths) is derived to investigate redundancy and verify alternative paths to guarantee services continuity. Results imply the definition of critical points ranking. In addition, the scenarios analysis, based on Initiating Events (i.e. seismic event, fire event, both natural and anthropic hazards), is proposed to quantify the hazard flow versus exposed people, services and assets. The hazard identification for critical points allows mapping of hazard indicators.

Learning achievements (applying knowledge and understanding):

- 1: CIs: data collection and their functional classification based on target set (i.e. public transport, cargo and dangerous goods) and operational continuity (internal and external interdependencies) both in ordinary conditions and in emergency.
- 2: CIs: analysis of critical points according to the guidelines on CIs monitoring and maintainability in order to operational classify in warning classes.
- 3: CIs: Impact analysis of functional unavailability on service continuity (evaluation of interconnections and alternative paths).
- 4: CIs: Ranking of critical points. Scenarios analysis based on Initiating Events (i.e. seismic event, fire event) to quantify hazard flow versus exposed people, services and assets.
- 5: CIs: hazard identification for critical points (Hazard Indicators mapping).

Multi-hazard risk assessment of infrastructure networks and assets (knowledge and understanding)

Main knowledge derives from a comprehensive multi-hazard risk assessment framework to be used for linear critical infrastructures (i.e., road and railway networks, oil and gas pipelines, distribution networks for energetic purpose, hydraulic networks for civil purposes, as well as point-like infrastructures). The reliability analysis results by scenario simulations referred to multiple hazards, analysis of the interactions between different hazard sources, domino effects and interdependencies between CIs component. Risk Evaluation: Quantitative Probabilistic Risk evaluation is directed towards the question of acceptability and the explicit discussion of safety criteria. For a systemic and operable risk evaluation one has to define safety criteria and to determine whether a given risk level is acceptable or not. In other words risk evaluation has to give an answer to the question "Is the estimated risk acceptable?" Risk and Safety Management: If the estimated risk is considered as not acceptable, additional safety measures have to be proposed. Therefore the effectiveness and also cost-effectiveness of different safety measures can be determined by using the initial frequency and consequence analysis of the scenarios

which will be positively or negatively affected under the assumption that the investigated safety measure has been implemented.

Learning achievements (applying knowledge and understanding):

- 1: Development of multi-hazard risk assessment for road and railway networks, including main types of consequences that can be analyzed in a critical infrastructure risk assessment.
- 2: Quantitative probabilistic risk assessment: fault tree and event tree analysis, multi-hazard scenarios analysis, fire and evacuation simulation for road and railway tunnels
- 3: General model for interactions and interdependencies among components of the same critical infrastructure as well as with components of other types of critical infrastructures is defined. Consequently integrated framework for the multi-hazard risk assessment of CIs will be set up accounting also for interactions and interdependencies.

Integrated Technologies and Solutions for Holistic Risk Reduction & Resilience Enhancement (knowledge and understanding)

Main knowledge derives from holistic integrated solutions addressing an overall protection of roads and railways. Safety is investigated at different levels: starting from single asset (road or rail and their critical points) to global network (interconnections and alternative paths), with focus on interdependencies and domino effects, considering multi-risks natural or accidental and will be addressed through development of open knowledge-sharing tool.

Insegnamento	Semestre	CFU	Lingua
AAF2337 APPRENTICESHIP	2°	6	ENG
Obiettivi formativi			
Tirocinio			
AAF1811 FINAL DISSERTATION	2°	24	ENG
Obiettivi formativi			
Tesi finale			
12 CFU OPZIONALE GREEN TECHNOLOGIES			

Gruppi opzionali

Lo studente deve acquisire 12 CFU fra i seguenti esami

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
10609399 INDUSTRIAL WASTEWATER AND GAS TREATMENTS	1°	1°	6	ENG
Obiettivi formativi				
Provide basic knowledge on industrial gas and wastewater characterization and treatment processes Provide principles and criteria for treatment unit selection and design in relation to the nature of wastewater and gas emission.				
10609404 GEOCHEMISTRY OF SUSTAINABLE PROCESSES	1°	1°	6	ENG
Obiettivi formativi				
The course aims to provide students with the bases needed to address the geochemical study of natural systems. The main knowledge acquired will be (knowledge and understanding): The knowledge of environmental geochemistry principles and methods, the application of thermodynamics and kinetics to geological systems, and isotope geochemistry. The main competence (ability to apply the acquired knowledge) will be: the elaboration of geochemical data; organization of a simple geochemical study.				
10609405 MULTI-PHYSIC PROBLEMS IN SOLID MECHANICS	1°	2°	6	ENG

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
<p>Obiettivi formativi</p> <p>Il corso intende introdurre gli aspetti teorici e computazionali per la soluzione di problemi in cui gli aspetti meccanici (elasticità, plasticità, etc.) siano accoppiati con fisiche differenti (termica, diffusione, crescita, ...) al fine di valutare ed ottimizzare le prestazioni meccaniche di dispositivi quali batterie, pannelli solari, pneumatici,...</p> <p>Alla fine del corso lo studente sarà in grado di: comprendere e assimilare i fondamenti della meccanica dei solidi, identificando gli aspetti più importanti della modellazione di un materiale, come i meccanismi di dissipazione associati al comportamento non lineare; conoscere i fondamenti teorici e pratici del metodo degli elementi finiti per l'analisi di strutture sottoposte a carichi dinamici e statici; apprendere i fondamenti della termodinamica dei continui solidi e della teoria della crescita con diffusione; comprendere gli aspetti più importanti della discretizzazione spaziale e temporale dei problemi affrontati.</p> <p>Struttura</p> <p>Il corso è diviso in due parti. Nella prima saranno illustrati i metodi numerici applicati alla modellazione del comportamento di materiali non lineari, ponendo particolare enfasi sull'integrazione dei modelli costitutivi e sulle generalizzazioni del metodo degli elementi finiti per problemi non lineari. Verranno illustrati i fondamenti della meccanica dei solidi in regime di deformazioni finite, individuando gli aspetti più importanti della modellazione di un materiale, come i meccanismi di dissipazione associati al comportamento visco-elastico e visco-plastico. Al termine della prima parte lo studente sarà in grado di comprendere e assimilare i fondamenti dell'analisi non-lineare con gli elementi finiti, ottenere la forma debole della formulazione variazionale e della sua soluzione, nonché conoscere la struttura di base di un programma agli elementi finiti. Nella seconda parte verranno invece presentati e discussi vari approcci computazionali per la simulazione numerica di problemi accoppiati. In primo luogo, si studieranno problemi termo-meccanici ed elettro-meccanici, analizzando le diverse potenziali fonti di accoppiamento, nonché le loro implicazioni dal punto di vista computazionale. I diversi algoritmi saranno poi messi in pratica in project work per vari problemi (termoplasticità, termo-visco-elasticità, piezo-elettricità, ecc.). In secondo luogo, il focus sarà posto su problemi chemo-meccanici in cui l'accoppiamento è tra l'elasticità, la plasticità e la diffusione di specie chimiche (ioni) all'interno del materiale. Come applicazione verranno considerate le batterie agli ioni di litio in cui la diffusione di litio nell'anodo può provocare variazioni di volume e stati di sforzo elevati tali da compromettere il funzionamento del dispositivo.</p>				
10599950 ASSESSMENT AND SUSTAINABLE USE OF ENVIRONMENTAL RESOURCES	2°	1°	6	ENG

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
<p>Obiettivi generali</p> <p>Il corso intende fornire le basi scientifiche e le conoscenze tecniche per sviluppare competenze interdisciplinari finalizzate alla valutazione della sostenibilità dell'utilizzo delle risorse rinnovabili ed esauribili e, in generale, di tutte le attività produttive. Attraverso la conoscenza e l'uso di strumenti e metodi per il monitoraggio ambientale, per la caratterizzazione dei carichi ambientali ed energetici dei cicli produttivi (LCA) e dei costi ambientali ad essi collegati (LCC), il corso, in accordo con i principi dell'economia circolare e con gli OSS n. 7, 11, 12 e 13 dell'AGENDA ONU 2030, si propone di analizzare gli impatti di prodotto e/o processo, perseguendo il controllo e il miglioramento delle prestazioni ambientali, anche allo scopo di implementare strumenti ad adesione volontaria quali le Etichettature Ecologiche e i Sistemi di Gestione Ambientale.</p> <p>Obiettivi specifici</p> <p>Conoscenza e capacità di comprensione</p> <p>Al termine del corso gli studenti saranno in grado di:</p> <p>definire gli elementi che identificano una crescita sostenibile; valutare quale uso delle risorse rinnovabili possa considerarsi sostenibile e come lo sfruttamento minerario e l'utilizzo delle risorse esauribili vadano analizzati in un'ottica di razionalizzazione e riduzione, senza trascurare l'ecocompatibilità dei processi di estrazione;</p> <p>conoscere la metodologia Life Cycle Assessment, identificandola come strumento di caratterizzazione del carico ambientale ed energetico lungo tutto il ciclo di vita di un prodotto/servizio e come strumento utile ad individuare i possibili interventi di mitigazione sugli impatti ambientali indotti, anche attraverso la riduzione delle materie prime e dell'energia utilizzate;</p> <p>conoscere la metodologia Life Cycle Costing come strumento di valutazione dei costi totali (privati e ambientali) lungo tutto il ciclo di vita di un prodotto/servizio; discernere le implicazioni legate alla sostituzione del criterio di "prezzo" di un bene con quello di "costo", in un'ottica di economia circolare</p> <p>conoscere i sistemi di etichettatura ecologica e gli strumenti di management che consentono alle organizzazioni economiche e non di controllare gli impatti ambientali delle proprie attività, perseguendo il miglioramento continuo delle prestazioni ambientali;</p> <p>conoscere le tecniche di analisi delle immagini satellitari a media e alta risoluzione per caratterizzare il territorio e tutti i suoi componenti dal punto di vista qualitativo e quantitativo</p>				
10609403 BUILDING SERVICES	2°	1°	6	ENG
Obiettivi formativi				
<p>Obiettivi dell'insegnamento: L'insegnamento si propone di fornire agli studenti gli strumenti di base per la definizione della dotazione impiantistica degli edifici moderni, ponendo attenzione al soddisfacimento contemporaneo dei requisiti prestazionali e dell'esigenza di minimizzazione dei consumi energetici. Il pone particolare attenzione agli impianti di climatizzazione, cercando di fornire le cognizioni di base e gli strumenti per una corretta correlazione tra prestazioni richieste e dotazioni impiantistiche, tenendo in considerazione gli aspetti energetici e l'adozione di soluzioni compatibili con l'utilizzo di fonti rinnovabili.</p>				
10609406 PRINCIPLES OF ENVIRONMENTAL CHEMISTRY AND SUSTAINABLE CHEMICAL PROCESSES	2°	1°	6	ENG

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
<p>Il corso ha lo scopo di fornire una conoscenza di base e generale sui processi ambientali in atmosfera, acqua e suolo attraverso la definizione degli scambi di inquinanti tra i vari sistemi ambientali. In particolare si descriveranno le principali fonti di inquinamento (origine dell'inquinante e sua trasformazione nell'ambiente) e i meccanismi di sussistenza degli inquinanti prodotti in aria, acqua e suolo e le interazioni tra di essi. Saranno inoltre affrontati i principi della chimica sostenibile con esempi di processi chimici Green. Lo studente avrà la possibilità di conoscere i meccanismi tipici della chimica ambientale, aumentando la sua sensibilità verso le diverse forme di inquinamento, le interazioni con il modo animale e vegetale e la pericolosità per la salute umana. Le nozioni acquisite gli permetteranno di affrontare tematiche più specifiche nel prosieguo della sua formazione, integrando le conoscenze acquisite nel corso con altre più dettagliate e relative a definiti ambiti</p>				
10609402 SUSTAINABILITY OF WATER RESOURCES AND ECOSYSTEM SERVICES	2°	2°	6	ENG
Obiettivi formativi				
<p>Il corso si pone gli obiettivi di sensibilizzare gli studenti sugli aspetti della disponibilità e del consumo idrico e degli effetti che possono indurre situazioni di criticità da porre in pericolo la sicurezza dell'approvvigionamento idrico. In particolare, si pone l'obiettivo di mostrare come i sistemi di approvvigionamento e la disponibilità idrica siano inscindibili dagli aspetti ambientali/climatici e da questo punto di partenza nascono le azioni di gestione della risorsa idrica. Un piano di gestione che dovrà essere integrato nel ciclo idrologico e che chiede una visione di economia circolare per poter garantire le prospettive di sostenibilità. L'obiettivo che ci si pone è quello di introdurre gli strumenti dell'analisi di rischio e di affidabilità applicati alle risorse idriche.</p>				

Lo studente deve acquisire 12 CFU fra i seguenti esami

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
10609411 MEASUREMENTS FOR INDUSTRIAL SUSTAINABILITY AND ENVIRONMENTAL SAFETY	1°	2°	6	ENG
Obiettivi formativi				
<p>Il corso fornisce le conoscenze di base della Teoria delle Misure, e alcune conoscenze specifiche per l'utilizzo dei sensori e trasduttori, degli strumenti di misura e per la progettazione delle catene di misura per l'industria e l'ambiente. Particolare enfasi è data alla strumentazione innovativa per l'analisi quantitativa del rischio e la valutazione integrata della sicurezza e della sostenibilità ambientale nei processi industriali e negli ecosistemi naturali e antropizzati.</p> <p>Il corso prevede lezioni dimostrative di natura sperimentale, che costituiscono parte fondamentale del corso stesso.</p>				
10609413 CIRCUITS AND ALGORITHMS FOR MOBILITY AND ENERGY SYSTEMS	1°	2°	6	ENG

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
<p>Conoscenza e comprensione. Sono forniti i principi di base sulle tecniche machine learning, ottimizzazione e applicazione di modelli circuitali per la rappresentazione di sistemi lineari e complessi applicabili in contesti relativi alla mobilità sostenibile e gestione dei flussi energetici e smart grids. Gli studenti che passano la prova finale saranno in grado di leggere e comprendere testi ed articoli su argomenti avanzati nell'ambito della mobilità sostenibile e smart grids.</p> <p>Capacità applicative. Gli studenti che passano la prova finale saranno in grado di risolvere problemi complessi inerenti i settori suddetti tramite l'applicazione di metodi computazionali e algoritmi di apprendimento automatico applicati su modelli circuitali.</p> <p>Autonomia di giudizio. Gli studenti che superano la prova finale saranno in grado di analizzare i requisiti di progettazione e di definire una soluzione efficace che meglio si adatta al caso di studio scelto.</p> <p>Abilità di comunicazione. Gli studenti che superano la prova finale saranno in grado di compilare un rapporto tecnico e di costruire una opportuna presentazione inerente un qualunque lavoro di progettazione, sviluppo e misura di prestazioni della soluzione proposta.</p> <p>Capacità di apprendere. Gli studenti che superano la prova finale saranno in grado di proseguire in autonomia l'approfondimento dei temi trattati a lezione, realizzando il necessario processo di apprendimento continuo che caratterizza la professionalità nella risoluzione, rappresentazione e semplificazione di problemi complessi nell'ambito della mobilità sostenibile e smart grids.</p> <p>Knowledge and understanding. The module deals with the basic principles of machine learning, optimization and application of circuits theory for the representation of linear or complex systems related to sustainable mobility, and management of energy flows and smart grids. Successful students who pass the final exam will be capable of reading and understanding texts and articles about advanced topics related to sustainable mobility and smart grids.</p> <p>Capability to apply knowledge and understanding. Successful students who pass the final exam will be able to solve complex problems related to the exam topics using computational methods and machine learning algorithms applied on circuital models.</p> <p>Making autonomous judgements. Successful students will be able to analyze the design requirements and to choose the classification system that best suits the case study.</p> <p>Communicate skills. Successful students will be able to compile a technical report and to realize an appropriate presentation concerning any design, development and performance measurement activity related to the proposed solution.</p> <p>Learning skills. Successful students will be able to further study by their own the topics dealt with in class, realizing the necessary continuous learning process that characterizes any task about solving, representation and simplification of complex problems related to sustainable mobility and smart grids.</p>				
10609409 INDUSTRIAL FLUID-DYNAMICS	2 ^o	1 ^o	6	ENG

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
<p>OBIETTIVI GENERALI Il Corso si propone di inquadrare in modo sistematico le conoscenze degli studenti nel campo della fluidodinamica di flussi interni ed esterni. Partendo dall'analisi di soluzioni analitiche semplici, lo studente sarà introdotto allo studio di soluzioni semi-esatte per profili alari e superfici alari di apertura finita, nel contesto di applicazioni industriali. Il corso si prefigge inoltre l'obiettivo di familiarizzare lo studente con i metodi teorici e pratici più appropriati per l'analisi ingegneristica di flussi turbolenti, e per la valutazione dei coefficienti aerodinamici di forza e momento per corpi affusolati e tozzi. Parte integrante del corso sono una serie di esercitazioni al computer per introdurre lo studente alle principali tecniche dell'analisi numerica applicate all'aerodinamica.</p> <p>OBIETTIVI SPECIFICI</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Conoscere e comprendere gli approcci impiegati nell'analisi ingegneristica di problemi di aerodinamica 2. Saper utilizzare i modelli appresi nella soluzione di casi studio reali 3. Saper scegliere l'approccio metodologico (analitico e modellistico) più appropriato nella risoluzione di problemi legati a fenomeni di aerodinamica interna ed esterna 4. Saper presentare e difendere le conoscenze e competenze acquisite durante un colloquio orale 5. Saper scrivere un rapporto tecnico su tematiche relative all'aerodinamica 6. Capacità di proseguire autonomamente nell'acquisizione di nuove conoscenze in ambiti specialistici della meccanica dei fluidi 				
10609410 INDUSTRIAL SYSTEMS DIAGNOSTICS AND PROGNOSTICS	2°	1°	6	ENG
Obiettivi formativi				
<p>Obiettivi generali The class aims at providing the students with a systematic overview on energy and industry systems diagnostic and prognostic methods. Special emphasis will be given to energy transition related technologies (energy ambit) as well as to the O&M perspectives opened by the digital transformation in industrial processes and technologies.</p> <p>Obiettivi specifici Fundamentals of maintenance engineering approaches, fault isolation and detection and fault anticipation. Know-how on failure analysis techniques. Introductory-to-advanced knowledge on Python programming for data analytics and ML on sensor network time series.</p>				
10609412 VIRTUAL PROTOTYPES	2°	1°	6	ENG
Obiettivi formativi				
<p>Il Corso di Virtual Prototypes si propone di insegnare le tecniche di modellazione e simulazione di prototipi virtuali di uso industriale, per ottimizzare e approfondire i requisiti di progetto, produzione ed esercizio attraverso strumenti di realtà virtuale e aumentata. Attraverso lezioni di teoria e esercitazioni con attività sperimentali, l'allievo comprenderà scopo e potenzialità degli strumenti software e hardware necessari allo sviluppo e all'uso dei prototipi virtuali applicandoli in contesti industriali. Più in dettaglio la teoria riguarderà la comprensione del ruolo dei prototipi virtuali nel ciclo di vita del prodotto e i loro campi di utilizzo maturi (prestazioni, assemblaggio, manutenzione e sicurezza) e avanzati (progettazione concettuale e esecutiva, produzione, esercizio e marketing), la conoscenza dei principali hardware (realtà virtuale, mista e aumentata, dispositivi haptic e di tracking), gli step di messa a punto e i software di modellazione. Le esercitazioni con attività sperimentali metteranno alla prova l'allievo consentendo di modellare e simulare prototipi nei diversi campi di utilizzo così da comprenderne in pratica campi e modi di utilizzo, limiti e potenzialità.</p>				
10609414 GREEN MANUFACTURING	2°	1°	6	ENG

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
OBIETTIVI GENERALI Lo scopo del Corso è quello di fornire le metodologie per analizzare una produzione manifatturiera di tipo green basata su tecnologie non tradizionali.				
OBIETTIVI SPECIFICI 1. Acquisire la capacità per valutare l'impatto ambientale di una tecnologia di fabbricazione 2. Acquisire le capacità per progettare, controllare e migliorare un processo manifatturiero.				
10609415 INNOVATIVE TECHNOLOGIES FOR ENERGY STORAGE	2°	1°	6	ENG
Obiettivi formativi				
Objectives To introduce and describe the most relevant technologies for power and thermal storage. To inform the students on the methodology to be used for selecting the most appropriate solution in real case applications.				
10602989 DESIGN AND ANALYSIS OF ALGORITHMS	2°	2°	6	ENG

Obiettivi formativi

La laurea magistrale in Green Industrial Engineering for Sustainable Development ha lo scopo di inquadrare, con carattere multidisciplinare, le problematiche di sicurezza sollecitate dagli obiettivi di sostenibilità nell'area industriale. Il percorso formativo è dedicato all'acquisizione di competenze relative ai modelli per la gestione della sicurezza, per la gestione, in ottica circolare, di processi e impianti, per la gestione dell'innovazione tecnologica e di processo. I laureati nei corsi di laurea magistrale della classe devono: • conoscere e saper interpretare e descrivere i problemi dell'ingegneria dei sistemi complessi con un approccio interdisciplinare; • conoscere, approfonditamente, gli aspetti teorico-scientifici dell'ingegneria della sicurezza riferiti ad impianti, processi, ed alla loro interazione con il territorio; • essere capaci di ideare, pianificare, progettare e gestire sistemi, processi e servizi complessi e/o innovativi con competenze in ambito di ingegneria della sicurezza; • essere capaci di ideare, pianificare, progettare e gestire sistemi, processi e servizi complessi e/o innovativi con riferimento alla transizione ecologica e alla decarbonizzazione nella generazione e nell'uso di energia e di risorse; • conoscere i moderni strumenti digitali e informatici a supporto di progetto e gestione di impianti e processi; • essere dotati di conoscenze di contesto e di capacità trasversali; • avere conoscenze nel campo dell'organizzazione aziendale (cultura d'impresa) e dell'etica professionale; • essere in grado di utilizzare fluentemente, in forma scritta e orale, almeno una lingua dell'Unione Europea oltre l'italiano, con riferimento anche ai lessici disciplinari. Il corso di laurea magistrale in Green Industrial Engineering for Sustainable Development rappresenta una risposta alla domanda di trasformazione della gestione dei processi produttivi, delle tecnologie e delle risorse che, con l'obiettivo di garantire il raggiungimento di uno sviluppo compatibile con la sostenibilità e la sicurezza industriale, comporta la concezione di nuove modalità di progettazione e design, nuovi sistemi di gestione e organizzazione, nuove tecniche di monitoraggio, nuovi prodotti e servizi con un alto grado di interconnessione in un'ottica di circolarità. Le competenze idonee a supportare questo processo di cambiamento sono sicuramente incentrate sulla capacità di sintesi nella concertazione tra gli obiettivi della sostenibilità e quelli della sicurezza, nella individuazione di soluzioni tecniche e tecnologiche innovative, oltre che nell'attitudine al lavoro di gruppo e al problem solving inter-disciplinare. Il percorso formativo comprende: - conoscenze caratterizzanti la classe di laurea, comprendenti adeguate competenze sia nei settori dei materiali e della sicurezza, sia negli ambiti dei processi e degli impianti industriali, accanto a competenze di tipo giuridico-economico (48 CFU). In particolare, il percorso prevede una formazione di base con approfondimenti delle tematiche normative ed economiche, di machine learning e di sicurezza dei sistemi applicati all'eco-design dei materiali e all'eco-management degli impianti industriali; - conoscenze affini ed integrative (24 CFU), volte a completare il percorso tecnico-scientifico

con tematiche tipiche di altri settori dell'ingegneria e contributi mutuati da altri ambiti culturali. Tali conoscenze, pur mantenendo l'unitarietà della competenza caratterizzante il processo formativo, consentono di differenziare il percorso in due scelte di completamento, una rivolta alle tecnologie verdi ed una alla sostenibilità dei processi. Le conoscenze acquisite nei rispettivi indirizzi sono differenziate nei termini di seguito indicati: Sustainable processes: è un percorso formativo che, sulla base della formazione comune obbligatoria, specifica la competenza nei settori dell'industria di processo, delle tecnologie chimiche verdi, della LCA, dei processi di trattamento dei reflui industriali e dei gas, dei servizi ecosistemici, dei processi di riciclo. Green Technologies: è un percorso formativo che, sulla base della formazione comune obbligatoria, specifica le competenze nei settori di sistemi avanzati di conversione dell'energia, di mecatronica per le applicazioni industriali verdi, di diagnostica e prognostica dei sistemi industriali. E' previsto, inoltre, un congruo numero di crediti per attività formative a scelta guidata (6 CFU), ossia orientate prevalentemente ad uno degli ambiti caratterizzanti i processi e le tecnologie nonché un adeguato numero di crediti a scelta libera (12 CFU), attività di tirocinio curriculare (6 CFU) e per la prova finale (24 CFU). L'impegno orario richiesto allo studente per lo studio personale o per altra attività formativa di tipo individuale è pari ad almeno il 60% dell'impegno orario complessivo.

Profilo professionale

Profilo

Esperto nell'ingegneria industriale green e sostenibile

Funzioni

Il laureato magistrale avrà: (a) la capacità di inquadrare i problemi emergenti del settore dell'ingegneria della sicurezza industriale e dei processi produttivi attraverso la comprensione sistematica degli aspetti e dei concetti chiave del settore e l'integrazione delle competenze interdisciplinari acquisite durante il percorso formativo; (b) la capacità di selezionare soluzioni progettuali in contesti standard, sia in ambito prodotto che di processo attraverso la chiara conoscenza dei fondamenti tecnici dell'ingegneria industriale in un'ottica integrata di sostenibilità e sicurezza. Nel contesto di lavoro specifico, il laureato in Green Industrial Engineering for Sustainable Development coprirà le seguenti funzioni: - responsabile per l'eco-design e il design for safety di sistemi e prodotti; - progettazione di interventi innovativi finalizzati all'inclusione di tecnologie e soluzioni green; - definizione e gestione dei metodi di monitoraggio con particolare riferimento allo studio dei sistemi complessi e dei processi produttivi innovativi; - redazione di studi per la valutazione delle ricadute dei nuovi paradigmi produttivi sul territorio, - attività di pianificazione e realizzazione di campagne di monitoraggio per la verifica delle condizioni di sicurezza dei sistemi produttivi (durante la vita utile degli stessi) finalizzate al mantenimento o al miglioramento degli standard di affidabilità; - caratterizzazione della domanda energetica e dell'impatto ambientale di processi/prodotti industriali; - capacità comunicativo-relazionali nell'ambito di attività in collaborazione che richiedano l'apporto e l'integrazione di competenze diverse; - capacità di coordinamento di gruppi di lavoro inter-disciplinari.

Competenze

Le conoscenze, le abilità e le competenze che il laureato dovrà esercitare nel contesto lavorativo sono fortemente orientate dall'attuale scenario, combinazione di una crisi climatica e di una nuova crisi energetica, che ha sollecitato la necessità di ripensare ed adeguare i modelli di produzione e consumo per garantire la sostenibilità dello sfruttamento di risorse coerente con i temi della transizione ecologica. Conseguentemente le competenze dell'ingegnere in ambito industriale necessitano attualmente l'integrazione di temi legati allo sviluppo sostenibile e ai processi green. Il ruolo che il laureato in Industrial Green Engineering for Sustainable Development eserciterà richiede di saper coniugare conoscenze scientifiche, tecniche e tecnologiche con competenze di carattere gestionale ed economico. Il laureato opera, quindi, con ruoli manageriali (responsabile di processo, responsabile di impianto, energy manager) nel campo dello sviluppo e dell'applicazione di tecnologie denominate "pulite" dovendo misurare ed analizzarne gli effetti indotti sul territorio. Deve inoltre verificare l'ottemperanza alle normative sulla protezione del territorio con un'attenzione impellente al risparmio energetico operando interventi che consentono di risparmiare sui costi energetici annui. La competenza tecnico-professionale maturata permette coordinare le diverse competenze necessarie a realizzare studi di fattibilità, progettazione dei sistemi per la produzione e per l'utilizzo dell'energia con una buona conoscenza delle tecnologie tipiche dell'area di gestione dell'energia. Inoltre, il ruolo manageriale (responsabile di impianto o di processo) implica capacità organizzative e decisionali, disponibilità al lavoro di squadra e capacità di comunicazione per affrontare i temi connessi all'ingegneria industriale in modo competente, innovativo e

interdisciplinare, tenendo conto degli scopi generali declinati dal piano di interventi coerente con gli obiettivi globali di sviluppo sostenibile dell'Agenda 2030. Il laureato in Green Industrial Engineering for Sustainable Development risponde, quindi, nei ruoli che tradizionalmente sono propri dell'ingegnere, ai cambiamenti ai quali si assiste in questo momento storico, anche nella richiesta di professionalità tecnica, garantendo l'apporto di competenza ingegneristica e visione sinottica come approccio di sintesi ai nuovi problemi ingegneristici posti dalle sfide emergenti, correlate ai temi della sostenibilità, implicati nell'applicazione degli obiettivi richiamati ai punti 7, 8, 9, 11, 12 dell'Agenda e che richiedono anche la competenza specifica dell'ingegneria della sicurezza.

Sbocchi lavorativi

I settori coinvolti come sbocchi occupazionali sono quindi quelli relativi all'industria green di prodotto e di processo (ad esempio, imprese manifatturiere e tutte le imprese che adottano strategie per il raggiungimento degli obiettivi delineati dall'Agenda 2030 dell'ONU in modo efficiente e intelligente investendo sull'economia circolare) per quanto concerne la produzione, l'installazione ed il collaudo, la manutenzione e la gestione di macchine, linee e reparti di produzione, la gestione della sicurezza.

Frequentare

Laurearsi

La prova finale, cui sono attribuiti 24 CFU, prevede la stesura di una tesi che dimostri le capacità di operare in modo autonomo su di un tema inerente la sostenibilità e la sicurezza dei processi e prodotti industriali. La tesi è svolta sotto la supervisione di un docente del Consiglio d'Area o designato dallo stesso. La tesi sviluppa, descrive e discute i risultati raggiunti durante lo svolgimento di una importante attività su tematiche teoriche, progettuali, applicativo-sperimentali dell'Ingegneria della Sicurezza. Per gli allievi che lo desiderano la prova finale potrà anche avere come argomento l'esperienza svolta all'interno del tirocinio obbligatorio svolto presso aziende pubbliche o private, nonché presso centri di ricerca o laboratori universitari per un periodo di tempo compatibile con i 6 crediti formativi previsti nel percorso formativo.

Organizzazione

Presidente del Corso di studio - Presidente del Consiglio di area didattica

Alessandro Corsini

Tutor del corso

ALESSANDRO CORSINI
SILVIA SERRANTI
JACOPO TIRILLO'
GIUSEPPE CAPOBIANCO

Manager didattico

Rappresentanti degli studenti

STEFANIA PETTI
BLANCA VILLALBA

Docenti di riferimento

SILVIA SERRANTI
MARIA LAURA SANTARELLI
LIVIO D'ALVIA
STEFANO LEONORI
GIUSEPPINA ADILETTA
VALERIO FRANCESCO BARNABEI
ALESSANDRO CORSINI
ANTONIO CULLA
JACOPO TIRILLO'
LORENZO FEDELE
MARCO VALENTE

Regolamento del corso

Il corso si propone di definire, quale obiettivo specifico, l'interazione tra i concetti di sostenibilità e produzione industriale, in termini di modelli di gestione dei processi che integrano i due concetti risolvendo e superando la visione dicotomica dell'ingegneria classica. Le competenze trasversali, previste nel percorso formativo, consentono di arricchire conoscenza e comprensione di tali concetti: l'analisi delle strategie di produzione di beni e servizi, di utilizzo di tecnologie innovative e dei nuovi materiali, la commistione di saperi mutuati da discipline, afferenti ad ambiti apparentemente molto distanti, che richiamano l'imprescindibilità di indagare i fenomeni adottando una chiave di lettura olistica per la declinazione della sostenibilità. Quindi, la garanzia di resilienza e l'ottimizzazione dell'efficienza dei sistemi, dei processi industriali e delle relative tecnologie, obiettivi specifici della formazione che costituiscono anche le soluzioni applicative alle politiche di sostenibilità, declinabili secondo competenze che richiamano: - progettazione green per gli obiettivi della sostenibilità: capacità di anticipare e comprendere le richieste attuali e future, concependo una formazione tecnica che garantisce un approccio sostenibile ai problemi ingegneristici, richiedendo anche capacità di lettura e previsione dell'evoluzione dei processi e dei sistemi integrando nuove tecnologie - capacità di sintesi tecnica per gli obiettivi della sostenibilità: capacità di valutare e aggregare tutti i temi tecnici emergenti attuando un "approccio di portafoglio". Tale approccio necessita, quindi, l'integrazione di discipline tecniche afferenti ad ambiti diversi e complementari. - strategia di progettazione a medio-lungo termine per gli obiettivi della sostenibilità. - strumenti di pianificazione per gli obiettivi della sostenibilità: capacità di sintetizzare valutazioni quantitative e qualitative. Le abilità necessarie a supportare questo processo di cambiamento sono sicuramente incentrate sulla capacità di sintesi nella definizione degli obiettivi di sostenibilità e sulla individuazione di soluzioni tecniche e tecnologiche innovative, sull'attitudine al lavoro di gruppo e al problem solving. L'importanza delle tematiche inerenti la

progettazione competente e la realizzazione efficace degli obiettivi, nel contesto del nuovo approccio sintetizzato dalla rivoluzione industriale 4.0 in risposta agli obiettivi programmatici dell'Agenda 2030, è specifica del corso di laurea magistrale in Green Industrial Engineering for Sustainable Development. Il corso, erogato in lingua inglese, fornisce una formazione di livello avanzato per operare nell'ambito della progettazione e realizzazione dei processi industriali green e sostenibili. Il progetto formativo approfondisce gli argomenti culturali di base propedeutici all'acquisizione di competenze specialistiche ed innovative inerenti i settori dell'industria di processo e delle tecnologie verdi. Il percorso prevede, quindi, una formazione di base comune ai due indirizzi (sustainable processes e green technologies), con approfondimenti delle tematiche normative ed economiche, di machine learning e di sicurezza dei sistemi applicati all'eco-design dei materiali e all'eco-management degli impianti industriali. Le competenze acquisite nei rispettivi indirizzi sono differenziate nei termini di seguito indicati:

Sustainable processes: è un percorso formativo che, sulla base della formazione comune obbligatoria, specifica la competenza nei settori dell'industria di processo, delle tecnologie chimiche verdi, della LCA, dei processi di trattamento dei reflui industriale e dei gas, dei servizi ecosistemici, dei processi di riciclo.

Green Technologies: è un percorso formativo che, sulla base della formazione comune obbligatoria, specifica le competenze nei settori di sistemi avanzati di conversione dell'energia, di mecatronica per le applicazioni industriali verdi, di diagnostica e prognostica dei sistemi industriali. È previsto un congruo numero di crediti per attività formative a scelta guidata (di orientamento), ossia orientate prevalentemente ad uno degli ambiti caratterizzanti la sicurezza e la protezione civile, ambientale e del territorio, ovvero industriale, a scelta dello studente, nonché un adeguato numero di crediti a scelta libera, e per la prova finale (tesi di laurea). L'impegno orario a disposizione dello studente per lo studio personale o per altra attività formativa di tipo individuale è pari ad almeno il 60% dell'impegno orario complessivo. Verifica della preparazione personale La verifica della adeguatezza della personale preparazione dei candidati sarà effettuata sulla base della verifica che nel curriculum siano presenti, nei settori sotto elencati, un numero di crediti non inferiore ai valori minimi riportati: Gruppo di settori (Minimo 15 crediti) MAT/03 Matematica - Geometria MAT/05 - Analisi matematica MAT/06 - Probabilità e statistica matematica MAT/08 - Analisi numerica Gruppo di settori (Minimo 5 crediti) CHIM/03 Chimica - Chimica generale e inorganica CHIM/07 - Fondamenti chimici delle tecnologie Gruppo di settori (Minimo 10 crediti) Fisica FIS/01 - Fisica sperimentale FIS/03 - Fisica della materia Gruppo di settori (Minimo 60 crediti) ICAR/02, ICAR/06, ICAR/07, ICAR/08, ICAR/09, ICAR/11, ING-IND/11, ING-IND/28 ING-IND/10, ING-IND/14, ING-IND/15, ING-IND/16, ING-IND/17, ING-IND/21, ING-IND/22, ING-IND/25, ING-IND/26, ING-IND/31, ING-IND/33 BIO/07, CHIM/12, GEO/02, GEO/05, GEO/11, ICAR/01, ICAR/03, ICAR/05, ICAR/20, ING-IND/24, ING-IND/27, ING-IND/29, ING-IND/30 ING-IND/08, ING-IND/09, ING-IND/19, ING-IND/32

Assicurazione qualità

Consultazioni iniziali con le parti interessate

Il progetto di rilancio dell'offerta formativa della Facoltà di Ingegneria Civile e Industriale, sede di Latina, poggia sui seguenti elementi: • attività di riesame condotte dal CAD in Ingegneria Civile e Industriale; • consultazioni con i portatori di interesse del territorio (associazioni datoriali ed enti pubblici); • recente sigla dell'Accordo Quadro Sapienza – CCIA Frosinone e Latina per l'utilizzo dell'area ex-CIAPI in Latina al fine di costituire un hub Sapienza per il trasferimento tecnologico verso il settore industriale; • progetti di internazionalizzazione attivi presso la sede (dual-degree con UBT di Pristina); • interazioni vive con i gruppi disciplinari di altre Facoltà (I3S, Economia, Medicina e Scienze MFN); • interazioni con il mondo della ricerca pubblica (CNR e CREA); • rispondenza con le Missioni 2 e 4 del PNRR (in particolare si vedano le azioni del Rome Technopole, Spoke 3). In particolare, con riferimento alle consultazioni con i portatori di interesse, il CAD di Ingegneria Civile e Industriale, seguendo le Linee guida ANVUR per l'Accreditamento periodico delle sedi e dei corsi di studio universitari (aggiornate al 10 agosto 2017), ha costituito un Comitato di Indirizzo (o CI, Consulta delle parti interessate) tra gli attori del modello di Assicurazione della Qualità AVA. Il Comitato di Indirizzo, costituitosi in data 3 maggio 2022, costituisce un «organismo composto da esponenti del mondo del lavoro, della cultura e della ricerca, che può essere costituito in rappresentanza stabile delle parti interessate di uno o più Corsi di Studio». Per parte interessata (o portatori di interesse, stakeholders) si intende ogni tipologia di interlocutori, interni ed esterni, interessati ai servizi e alle attività dell'Ateneo o che interagiscono a vario titolo con esso. Nel dettaglio costituiscono il CI i seguenti soggetti: associazioni datoriali (Confindustria e FederLazio, Camera di Commercio, Lazio Innova, Enti Pubblici, esponenti del mondo dell'industria e delle professioni). La Consultazione del 3 maggio 2022 ha consentito di illustrare lo stato attuale dell'offerta formativa Sapienza nell'area di ingegneria civile-industriale e le relative attività di ricerca ed interazioni con il territorio le quali valorizzano il ruolo del presidio ingegneristico nelle sue competenze sui temi della sostenibilità delle tecnologie, dei processi, e dell'uso delle risorse territoriali (https://web.uniroma1.it/cad_ici_it/news/attivita%20comitato-di-indirizzo-strategico). È emersa chiara una domanda culturale di figure professionali in grado di accompagnare lo sviluppo e la rivoluzione industriale nel senso della transizione ecologica e della sostenibilità dei processi.

Consultazioni successive con le parti interessate

Il progetto di rilancio dell'offerta formativa della Facoltà di Ingegneria Civile e Industriale, sede di Latina, poggia sui seguenti elementi: • attività di riesame condotte dal CAD in Ingegneria Civile e Industriale; • consultazioni con i portatori di interesse del territorio (associazioni datoriali ed enti pubblici); • recente sigla dell'Accordo Quadro Sapienza – CCIA Frosinone e Latina per l'utilizzo dell'area ex-CIAPI in Latina al fine di costituire un hub Sapienza per il trasferimento tecnologico verso il settore industriale; • progetti di internazionalizzazione attivi presso la sede (dual-degree con UBT di Pristina); • interazioni vive con i gruppi disciplinari di altre Facoltà (I3S, Economia, Medicina e Scienze MFN); • interazioni con il mondo della ricerca pubblica (CNR e CREA); • rispondenza con le Missioni 2 e 4 del PNRR (in particolare si vedano le azioni del Rome Technopole, Spoke 3). In particolare, con riferimento alle consultazioni con i portatori di interesse, il CAD di Ingegneria Civile e Industriale, seguendo le Linee guida ANVUR per l'Accreditamento periodico delle sedi e dei corsi di studio universitari (aggiornate al 10 agosto 2017), ha costituito un Comitato di Indirizzo (o CI, Consulta delle parti interessate) tra gli attori del modello di Assicurazione della Qualità AVA. Il Comitato di Indirizzo, costituitosi in data 3 maggio 2022, costituisce un «organismo composto da esponenti del mondo del lavoro, della cultura e della ricerca, che può essere costituito in rappresentanza stabile delle parti interessate di uno o più Corsi di Studio». Per parte interessata (o portatori di interesse, stakeholders) si intende ogni tipologia di interlocutori, interni ed esterni, interessati ai servizi e alle attività dell'Ateneo o che interagiscono a vario titolo con esso. Nel dettaglio costituiscono il CI i seguenti soggetti: associazioni datoriali (Confindustria e FederLazio, Camera di Commercio, Lazio Innova, Enti Pubblici, esponenti del mondo dell'industria e delle professioni). La Consultazione del 3 maggio 2022 ha consentito di illustrare lo stato attuale dell'offerta formativa Sapienza nell'area di ingegneria civile-industriale e le relative attività di ricerca ed interazioni con il territorio le quali valorizzano il ruolo del presidio ingegneristico nelle sue competenze sui temi della sostenibilità delle tecnologie, dei processi, e dell'uso delle risorse territoriali (https://web.uniroma1.it/cad_ici_it/news/attivita%20comitato-di-indirizzo-strategico). È emersa chiara una domanda culturale di figure professionali in grado di accompagnare lo sviluppo e la rivoluzione industriale nel senso della transizione ecologica e della sostenibilità dei processi.

Organizzazione e responsabilità della AQ del Cds

Il Sistema di Assicurazione Qualità (AQ) di Sapienza è descritto diffusamente nelle Pagine Web del Team Qualità consultabili all'indirizzo <https://www.uniroma1.it/pagina/team-qualita>. Nelle Pagine Web vengono descritti il percorso decennale sviluppato dall'Ateneo per la costruzione dell'Assicurazione Qualità Sapienza, il modello organizzativo adottato, gli attori dell'AQ (Team Qualità, Comitati di Monitoraggio, Commissioni Paritetiche Docenti-Studenti, Commissioni Qualità dei Corsi di Studio), i Gruppi di Lavoro attivi, le principali attività sviluppate, la documentazione predisposta per la gestione dei processi e delle attività di Assicurazione della Qualità nella Didattica, nella Ricerca e nella Terza Missione. Le Pagine Web rappresentano inoltre la piattaforma di comunicazione e di messa a disposizione dei dati di riferimento per le attività di Riesame, di stesura delle relazioni delle Commissioni Paritetiche Docenti-Studenti e dei Comitati di Monitoraggio e per la compilazione delle Schede SUA-Didattica e SUA-Ricerca. Ciascun Corso di Studio e ciascun Dipartimento ha poi facoltà di declinare il Modello di Assicurazione Qualità Sapienza definito nelle Pagine Web del Team Qualità nell'Assicurazione Qualità del CdS/Dipartimento mutuandolo ed adattandolo alle proprie specificità organizzative pur nel rispetto dei modelli e delle procedure definite dall'Anvur e dal Team Qualità. Le Pagine Web di CdS/Dipartimento rappresentano, unitamente alle Schede SUA-Didattica e SUA-Ricerca, gli strumenti di comunicazione delle modalità di attuazione del Sistema di Assicurazione Qualità a livello di CdS/Dipartimento.