

Mod. scheda insegnamento v1.2

Docente responsabile dell'insegnamento/attività formativa

Nome | Denise

Cognome | Bellisario

Denominazione insegnamento/attività formativa

Italiano | Tecnologie di Additive manufacturing per lo spazio

English | Additive manufacturing technologies for space

Aree culturali

Aerospace Sustainability

Informazioni insegnamento/attività formativa

A.A. | 2024-2025  L  LM  LM CU

CdS | Ingegneria Meccanica

Codice | 8039388

Canale | Unico

CFU | 6

Lingua | Italiano

Docente del modulo didattico (compilare solo per attività formative articolate in moduli)

Nome |

Cognome |

Denominazione modulo didattico (compilare solo per attività formative articolate in moduli)

Italiano |

English |

Obiettivi formativi e risultati di apprendimento attesi

**Aerospace Digital Mobility Sustainability**

**OBIETTIVI FORMATIVI:** L'obiettivo del corso è quello di portare gli studenti a padroneggiare completamente le principali tecnologie innovative nel campo dell'additive manufacturing, ma anche delle conseguenti tecnologie di utilizzate nel post processing dei processi additive, e delle tecniche di analisi e valutazione dei **processi stessi vista il crescente interesse in ambito industriale e aerospaziale**. Saranno affrontati, nello specifico, processi di produzione di tipo additivo, con dettaglio sulla progettazione e sulle tecnologie di stampa impiegate, sui processi di modifica e finitura superficiale, così come i processi additive per la realizzazione di compositi, materiali cellulari, **materiali riciclati** con attività integrate da esperienze dirette in laboratorio.

**CONOSCENZA E CAPACITÀ DI COMPrensIONE:** Dopo aver superato con successo il corso di Tecnologie di Additive Manufacturing per lo spazio, gli studenti avranno arricchito e completato le loro conoscenze riguardanti i processi tecnologici avanzati ed in particolare **tecniche di additive manufacturing, i processi di post processing ed i materiali avanzati per lo spazio**. Saranno anche in grado di impostare la progettazione di processi di additive manufacturing, **di riciclo mediante additive** e di correlare e gestire le principali problematiche in tale ambito.

**CAPACITÀ DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPrensIONE:** Il corso fornendo le basi teoriche e sperimentali sul concetto d'innovazione tecnologica per i processi a logica additiva e volti all'ingegnerizzazione delle superfici e sui materiali avanzati, permette agli studenti di affrontare problematiche trasversali, fornendo loro la capacità di giudizio su problematiche legate all'applicazione e il grado di applicabilità di tali **processi innovativi e dei materiali processabili avanzati in diversi settori all'avanguardia come quello aerospaziale o del mondo del riciclo degli scarti di produzione**. Grazie all'integrazione di ore di laboratorio con lo studio di casi specifici, gli studenti miglioreranno le competenze necessarie per la valutazione pratica di diverse problematiche.

**AUTONOMIA DI GIUDIZIO:** Dopo il corso, gli studenti saranno in grado di comprendere e mettere in **relazione il materiale/processo additive più appropriato con un'ideale applicazione o analisi di correlazione, considerando le questioni tecniche, economiche ed ambientali**. Il corso fornirà la base dell'approccio scientifico e sperimentale di laboratorio utile agli studenti per essere in grado di risolvere questioni **al di fuori dei confini universitari in aree di interesse come quello aerospaziale**.

**ABILITÀ COMUNICATIVE:** Dopo il corso, attraverso lo studio di articoli scientifici e la pratica con prove di laboratorio, gli studenti familiarizzeranno con gli approcci di ricerca industriale e scientifica, avranno una chiara comprensione dello stato dell'arte e impareranno a comunicare i risultati delle attività di ricerca attraverso la stesura di relazioni tecniche.

**CAPACITÀ DI APPRENDIMENTO:** Il corso fornirà agli studenti la possibilità di poter essere esecutori di esperimenti e di applicare direttamente tecnologie avanzate di additive manufacturing in laboratorio supportati da un'adeguata conoscenza teorica degli argomenti che permetterà loro un apprendimento più approfondito e rapido delle tecnologie trattate.

Italiano



**Aerospace Digital Mobility Sustainability**

**LEARNING OUTCOMES:** The objective is to help students to fully master the innovative technologies in the field of additive manufacturing and its post processing and analysis with reference to **new technologies applied in different sectors, including aerospace**. Specifically, additive production processes will be addressed, with details on the design and printing technologies used, the processes of surface modification and surface finishing after additive manufacturing processes, the additive fabrication of composites, cellular materials, **and recycled materials**, with specific activities and laboratory experiences.

**KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING:** After the course, students will enrich and complete their knowledge regarding advanced additive manufacturing techniques and smart **materials for next generation industries and aerospace applications**. They will also be able to relate the scientific approach of problem solving with the typical problems of additive manufacturing processes **for the recycling of materials**.

**APPLYING KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING:** The course will provide the theoretical and experimental bases on the concept of technological innovation for additive processes and on the engineering of surfaces and advanced materials. The course provides them with the ability to judge issues related to the application and the degree of applicability of these innovative processes and advanced processable materials in various cutting-edge sectors such as **aerospace** or the world of **production waste recycling**. Thanks to the practices that are focused on case studies, the students will improve the skills necessary for practical application.

English

**MAKING JUDGEMENTS:** After the course, the students be able to understand and **relate the appropriate advanced material/process to the adequate implementation or analysis, considering technical, economic and environmental issues**. The course will provide the basis of scientific and experimental laboratory approach useful to students to be able to solve issues outside the university boundaries both at an industrial production level and at a more advanced research level **in areas of interest such as aerospace**.

**COMMUNICATION SKILLS:** After the course, through reading scientific articles and practicing with laboratory trials, the students will familiarize with the scientific research approaches, they will have a clear understanding of the state of the art and they will learn how to communicate the results of research activities.

**LEARNING SKILLS:** The course will provide students the opportunity to be experimenters and to apply advanced technologies in laboratory experiments supported by an appropriate theoretical knowledge of the topics which will allow them a more in-depth and faster learning of the technologies covered.



Prerequisiti

Italiano

Conoscenza di base dei principali fenomeni fisici, di trasferimento del calore, della meccanica solida, del comportamento dei materiali. é suggerito possedere conoscenze di base della Tecnologia meccanica.

English

Basic knowledge of the physical phenomena, heat transfer, solid mechanics, materials behaviour. It is suggested having basic information about Manufacturing Technologies.

Programma

Aerospace Digital Mobility Sustainability

Innovazione tecnologica nei processi e importanza della ricerca. Panoramica e classificazione dei **processi avanzati e speciali come processi di produzione additivi con una overview dei principali processi/sistemi (SLM, EBM, ecc.)** e fondamenti di processi e strutture di sinterizzazione (nello stato solido, con fase liquida, sotto pressione). **Relazione tra tecnologie additive e sostenibilità e approcci di riciclo e riuso nelle fasi di processo. Materiali innovativi e intelligenti applicabili per additive manufacturing con panoramica sui processi di produzione additiva. Materiali riciclabili con tecniche additive e upcycling.** Studio delle problematiche di post processing dell'additive manufacturing e studio di tecniche e trattamenti di miglioramento superficiale impiegabili: **trattamenti di finitura e superfinitura, rivestimenti avanzati (depositi nanostrutturati e nano-compositi), trattamenti termochimici.** Test di laboratorio con garanzia di qualità e verifica per ispezione: metodologie per caratterizzare le parti realizzate per additive manufacturing, statistica di controllo, controlli distruttivi e non distruttivi (NDT). Sperimentazione in laboratorio di parte dei processi e dei metodi studiati.

Italiano



Innovation in technological processes and the importance of research. Overview and classification framework for **advanced processes of additive manufacturing with an overview of the main processes/systems (SLM, EBM, etc.)** and fundamentals of sintering processes. **Relationship between additive technologies and sustainability and recycling and reuse approaches in the process phases.** **Innovative and smart materials produced by additive manufacturing (metallic and polymer cellular materials; shape memory materials) with overview on production processes and testing.** **Recyclable materials with additive and upcycling techniques.** Surface treatments after additive manufacturing processes: **finishing and superfinishing techniques, advanced coatings (nano-structured and nano-composite deposits), thermochemical treatments.** Laboratory testing Quality Assurance and Inspection: methodologies for characterizing advanced materials and processes, statistical methods of quality control, destructive and non-destructive controls (NDT). Laboratory testing of part of the processes and methods studied.

English

Modalità di valutazione

- Prova scritta
- Prova orale
- Valutazione in itinere
- Valutazione di progetto
- Valutazione di tirocinio
- Prova pratica
- Prova di laboratorio

Descrizione delle modalità e dei criteri di verifica dell'apprendimento

Italiano

L'esame prevede una prova orale con tre domande teoriche su argomenti teorici affrontati nel corso ogni domanda vale massimo 10/30 a cui lo studente deve rispondere in maniera chiara e con un linguaggio tecnico adeguato. La correttezza espositiva viene premiata insieme all'autonomia espositiva. Un progetto di laboratorio facoltativo se portato avanti positivamente conterà come una domanda dell'esame orale

In analogia con gli altri esami del corso di studio, il voto finale si otterrà attraverso il seguente sistema di graduazione:

Non idoneo: gravi carenze e/o inaccurately nella conoscenza e comprensione degli argomenti; limitate capacità di analisi e sintesi, frequenti generalizzazioni e limitate capacità critiche e di giudizio, gli argomenti sono esposti in modo non coerente e con linguaggio inappropriato,

18-20: conoscenza e comprensione degli argomenti appena sufficiente con possibili generalizzazioni e imperfezioni; capacità di analisi sintesi e autonomia di giudizio sufficienti, gli argomenti sono esposti in modo frequentemente poco coerente e con un linguaggio poco appropriato/tecnico,

21-23: conoscenza e comprensione degli argomenti routinaria; capacità di analisi e sintesi corrette con argomentazione logica sufficientemente coerente e linguaggio appropriato/tecnico



English

The examination will be oral with three questions (max evaluation for each answer 10/30) are made to evaluate the ability of the student to answer clearly and with an adequate language. In the evaluation, it is important to show that the knowledge has been acquired together with proposed methodologies. The correct exposure of the matter is appreciated together with an autonomous speech. A lab project, if positively carried out will count as an oral exam question.

In analogy with the other exams of the degree, the final mark of the exam is expressed out of thirty and will be obtained through the following approach:

Reject: important deficiencies and / or inaccuracies in the knowledge and understanding of the topics; limited capacity for analysis and synthesis, frequent generalizations and limited critical and judgment skills, the matter is presented in an inconsistent way and with inappropriate language;

18-20: basic knowledge and understanding of the topics with many generalizations and imperfections; sufficient capacity for analysis, synthesis and autonomy of judgment, the topics are frequently exposed in an inconsistent way and with inappropriate / technical language;

21-23: sufficient knowledge and understanding of the topics; ability to analyze and synthesize with coherence and appropriate / technical language;

24-26: appreciable knowledge and understanding of the topics: good analysis

Testi adottati

Italiano

1. Kalpakjian S., Manufacturing Engineering and Technology, Addison-Wesley Publishing Company.
2. Gibson I. , Rosen D., Stucker B., Khorasani M., Additive Manufacturing technologies, Ed. Springer

English

1. Kalpakjian S., Manufacturing Engineering and Technology, Addison-Wesley Publishing Company.
2. Gibson I. , Rosen D., Stucker B., Khorasani M., Additive Manufacturing technologies, Ed. Springer





Bibliografia di riferimento

Italiano/  
English

1. Kalpakjian S., Manufacturing Engineering and Technology, Addison-Wesley Publishing Company.
2. Gibson I. , Rosen D., Stucker B., Khorasani M., Additive Manufacturing technologies, Ed. Springer

Modalità di svolgimento

- Modalità in presenza
- Modalità a distanza

Descrizione della modalità di svolgimento e metodi didattici adottati

Italiano

Lezioni in aula, presentazione di alcuni casi studio e aula teams.  
Le lezioni sono tenute illustrando le parti teoriche dei processi di additive manufacturing e le relative problematiche scientifiche e le tecniche di progettazione da utilizzare in fase di progettazione nell'ambito aerospace e di miglioramento della sostenibilità dei processi.  
Le esercitazioni in laboratorio mostrano in pratica alcuni aspetti visti in aula.  
Gli studenti possono svolgere dei progetti da realizzare mediante tecniche additive.



English

Classroom lectures, presentation of some case studies and team room. Lectures are held illustrating the theoretical parts of additive manufacturing processes and the related scientific issues and design techniques to be used in the design phase of aerospace sector and improvement of process sustainability. The laboratory exercises show in practice some aspects seen in the classroom. Students can carry out projects to be carried out using additive techniques..

Modalità di frequenza

- Frequenza facoltativa
- Frequenza obbligatoria

Descrizione della modalità di frequenza

Italiano

Gli studenti sono esortati se possibile a frequentare soprattutto per le esperienze di laboratorio che saranno parte del corso.

English

Students are encouraged if possible to attend, especially for the laboratory experiences that will be part of the course.