



# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

|                                                  |                                                                                                       |
|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DIPARTIMENTO                                     | Ingegneria                                                                                            |
| ANNO ACCADEMICO OFFERTA                          | 2023/2024                                                                                             |
| ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE                       | 2023/2024                                                                                             |
| CORSO DILAUREA MAGISTRALE                        | INGEGNERIA DEI SISTEMI CIBER-FISICI PER L'INDUSTRIA                                                   |
| INSEGNAMENTO                                     | ADVANCED & ADDITIVE MANUFACTURING                                                                     |
| TIPO DI ATTIVITA'                                | C                                                                                                     |
| AMBITO                                           | 20917-Attività formative affini o integrative                                                         |
| CODICE INSEGNAMENTO                              | 21513                                                                                                 |
| SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI                 | ING-IND/16                                                                                            |
| DOCENTE RESPONSABILE                             | BUFFA GIANLUCA      Professore Ordinario      Univ. di PALERMO                                        |
| ALTRI DOCENTI                                    |                                                                                                       |
| CFU                                              | 9                                                                                                     |
| NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE    | 144                                                                                                   |
| NUMERO DI ORE RISERVATE ALLA DIDATTICA ASSISTITA | 81                                                                                                    |
| PROPEDEUTICITA'                                  |                                                                                                       |
| MUTUAZIONI                                       |                                                                                                       |
| ANNO DI CORSO                                    | 1                                                                                                     |
| PERIODO DELLE LEZIONI                            | 1° semestre                                                                                           |
| MODALITA' DI FREQUENZA                           | Facoltativa                                                                                           |
| TIPO DI VALUTAZIONE                              | Voto in trentesimi                                                                                    |
| ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI             | <b>BUFFA GIANLUCA</b><br>Martedì    11:00    13:00    ufficio<br>Venerdì    11:00    12:00    ufficio |

|                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>PREREQUISITI</b>                      | Al fine di comprendere i contenuti del corso e di potere conseguire agevolmente gli obiettivi di apprendimento del corso, lo studente deve possedere le conoscenze della meccanica dei solidi.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b> | <p>Conoscenza e capacità di comprensione</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Lo studente al termine del modulo avrà conoscenza delle problematiche inerenti le tecnologie di lavorazione meccanica tradizionali e innovative (fonderia, asportazione di truciolo, deformazione plastica, saldatura, additive manufacturing) per i materiali utilizzati in applicazioni industriali.</li> </ul> <p>L'approccio didattico mira a definire completamente il problema fisico e tecnologico e di connetterlo strettamente con le conoscenze di base e con problemi simili.</p> <p>Conoscenza e capacità di comprensione applicate</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Lo studente sarà in grado di comprendere le più moderne ed avanzate tecnologie di lavorazione meccanica ed ottimizzarne i parametri operativi.</li> </ul> <p>Capacità di riconoscere e di discutere su:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Viscoelasticità lineare e non lineare</li> <li>•Proprietà reologiche</li> <li>•Principali operazioni di trasformazione dei materiali metallici e non metallici</li> <li>•Relazioni proprietà - struttura - lavorazione</li> </ul> <p>Autonomia di giudizio</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Lo studente sarà in grado di interpretare la scelta dei parametri operativi delle diverse tecnologie ed eventualmente modificarli per specifiche esigenze</li> </ul> <p>Inoltre, avrà acquisito la capacità di identificare i materiali necessari per ciascuna applicazione.</p> <p>Abilità comunicative</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Lo studente acquisirà la capacità di comunicare ed esprimere problematiche inerenti l'oggetto del corso. Sarà in grado di sostenere conversazioni su tematiche inerenti argomenti di tecnologia di lavorazione dei materiali metallici.</li> </ul> <p>Capacità di apprendere</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Lo studente sarà in grado di affrontare in autonomia qualsiasi problematica relativa all'individuazione delle principali proprietà dei materiali metallici, alla loro caratterizzazione ed all'ottimizzazione dei processi di trasformazione e lavorazione ed alle loro applicazioni.</li> </ul> |
| <b>VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO</b>    | <p><b>MODALITÀ DI VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO</b></p> <p>La valutazione si svolgerà sulla base di una prova orale.</p> <p>Le domande tenderanno a verificare: le conoscenze acquisite; le capacità elaborative; il possesso di capacità espositiva; la capacità di stabilire connessioni autonome tra i contenuti e svincolate dai testi di riferimento; la capacità di fornire giudizi autonomi in merito ai contenuti disciplinari; la capacità di comprendere le applicazioni legate agli ambiti della disciplina; la capacità di collocare i contenuti disciplinari all'interno del contesto professionale e tecnologico di riferimento.</p> <p>La valutazione finale prevede un voto in trentesimi secondo i criteri sotto riportati:</p> <p>30- 30 e lode: ottima conoscenza degli argomenti, ottima proprietà di linguaggio, buona capacità analitica, lo studente è in grado di applicare le conoscenze per risolvere i problemi proposti;</p> <p>26-29: Buona padronanza degli argomenti, piena proprietà di linguaggio, lo studente è in grado di applicare le conoscenze per risolvere i problemi proposti</p> <p>24-25: conoscenza di base dei principali argomenti, discreta proprietà di linguaggio, con limitata capacità di applicare autonomamente le conoscenze alla soluzione dei problemi proposti</p> <p>21-23: non ha piena padronanza degli argomenti principali dell'insegnamento ma ne possiede le conoscenze, soddisfacente proprietà di linguaggio, scarsa capacità di applicare autonomamente le conoscenze acquisite.</p> <p>18-20: minima conoscenza di base degli argomenti principali dell'insegnamento e del linguaggio tecnico, scarsissima o nulla capacità di applicare autonomamente le conoscenze acquisite</p> <p>La prova non sarà superata nel caso in cui l'esaminando dimostri di non possedere una conoscenza accettabile dei contenuti degli argomenti trattati nell'insegnamento.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>OBIETTIVI FORMATIVI</b>               | La conoscenza adeguata degli aspetti metodologici-operativi relativi alle principali tecniche di manufacturing per componenti metallici usati nell'ingegneria industriale e la capacità di utilizzare tale conoscenza per identificare, interpretare e descrivere i principali problemi della tecnologia meccanica                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA</b>    | Lezioni frontali, Esercitazioni in aula, Esercitazioni in laboratorio                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>TESTI CONSIGLIATI</b>                 | <p>-Lecture notes and presentations</p> <p>-Serope Kalpakjian, Steven R. Schmid, Manufacturing Engineering &amp; Technology, Seventh Edition ISBN-13 : 978-9810694067</p> <p>-Milewski, John O. Additive Manufacturing of Metals ISBN-13 978-3319582047</p> <p>-From Fundamental Technology to Rocket Nozzles, Medical Implants, and Custom Jewelry, Springer ISBN : 3-319-58204-6</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

## PROGRAMMA

| ORE | Lezioni                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4   | Caratterizzazione meccanica dei materiali. Prove statiche e dinamiche. Effetto della temperatura e della velocità di deformazione                                                                                                            |
| 4   | Fusione in sabbia. Die casting. Difetti nei pezzi prodotti per fusione. Costi di Produzione                                                                                                                                                  |
| 6   | Lavorazioni per asportazione di truciolo. Principi delle lavorazioni per asportazione di truciolo. Le macchine utensili per asportazione di truciolo. Gli utensili. Costi e tempi di lavorazione. Ottimizzazione dei processi di lavorazione |
| 6   | Lavorazioni per deformazione plastica. Cenni di teoria della plasticità dei metalli. Lavorazioni del pieno, lavorazioni delle lamiere metalliche.                                                                                            |
| 6   | Tecniche di saldatura e giunzione. Tecniche per fusione. Tecniche allo stato solido.                                                                                                                                                         |
| 6   | Additive manufacturing: principi generali e processi                                                                                                                                                                                         |
| 6   | Additive manufacturing di metalli                                                                                                                                                                                                            |
| 6   | Additive manufacturing: approfondimenti su SLM and SLS                                                                                                                                                                                       |
| 6   | Simulazione di processi di additive manufacturing. Approcci (flow, solid, implicit/explicit)                                                                                                                                                 |
| ORE | Esercitazioni                                                                                                                                                                                                                                |
| 5   | Tecnologia della fonderia: progettazione forma e modello                                                                                                                                                                                     |
| 5   | Lavorazioni per asportazione di truciolo. Le macchine utensili per asportazione di truciolo. Gli utensili. Ottimizzazione di una passata di tornitura                                                                                        |
| 5   | Lavorazioni per deformazione plastica di pezzi pieni e di lamiere metalliche: estrusione, trafilatura, laminazione, forgiatura, imbutitura e stampaggio (ritorno elastico)                                                                   |
| 5   | Tecniche di saldatura dei metalli.                                                                                                                                                                                                           |
| 5   | Additive manufacturing: SLS di metalli e polimeri                                                                                                                                                                                            |
| 6   | Additive manufacturing: SLM di metalli                                                                                                                                                                                                       |