



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

DIPARTIMENTO	Ingegneria
ANNO ACCADEMICO OFFERTA	2023/2024
ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE	2025/2026
CORSO DILAUREA	INGEGNERIA BIOMEDICA
INSEGNAMENTO	COSTRUZIONI BIOMECCANICHE
TIPO DI ATTIVITA'	B
AMBITO	50302-Ingegneria meccanica
CODICE INSEGNAMENTO	18408
SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI	ING-IND/14
DOCENTE RESPONSABILE	ZUCCARELLO Professore Ordinario Univ. di PALERMO BERNARDO
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	3
PERIODO DELLE LEZIONI	2° semestre
MODALITA' DI FREQUENZA	Facoltativa
TIPO DI VALUTAZIONE	Voto in trentesimi
ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI	ZUCCARELLO BERNARDO Lunedì 10:00 12:00 UFFICIO EDIFICIO 8

DOCENTE: Prof. BERNARDO ZUCCARELLO

PREREQUISITI	Anatomia e Fisiologia, Biomeccanica.
RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI	Conoscenza e capacita' di comprensione. Conoscenza dei principi base di progettazione meccanica in ambito biomedicale. Conoscenza dei metodi di progettazione e verifica in costruzione biomeccanica, conoscenza delle modalita' e meccanismi di cedimento sotto sollecitazioni statiche, di fatica e di usura. Capacita' di applicare conoscenza e comprensione. Capacita' di applicare le nozioni apprese a problemi reali di progettazione meccanica di un dispositivo biomedico. Autonomia di giudizio e pensiero creativo Autonomia nell'operare e nel valutare le implicazioni delle scelte effettuate in termini tecnologici, economici e del loro impatto clinico. Abilita' comunicative. Abilita' di affrontare una discussione tecnico-scientifica in un contesto strutturato ad alto livello educativo volta alla risoluzione di un problema di verifica o progetto in ambito di dispositivi biomedici. Abilita' di affrontare le medesime tematiche in un contesto di un pubblico non esperto. Capacita' d'apprendimento. Capacita' di aggiornamento mediante la consultazione indipendente delle pubblicazioni scientifiche proprie del settore della costruzione biomeccanica. Capacita' di seguire, utilizzando le conoscenze acquisite nel corso, corsi di secondo livello, specialistici nel settore e di comprendere compiti elementari in un laboratorio di ingegneria biomedica e di prove biomeccaniche.
VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO	E' prevista una prova scritta costituita da due componenti: A) domande a risposta aperta su una frazione di argomenti estratta per sorteggio tra le tematiche affrontate nel corso. Enfasi viene posta sugli aspetti maggiormente descrittivi del corso . B) problema a risoluzione numerica o grafica relativo agli aspetti teorici affrontati a lezione o durante le esercitazioni, calcolo resistenza statica, a fatica e a usura di dispositivi biomedici e protesi. Ciascuna componente e' valutata con un voto da 1 a 15. La somma massima e' dunque pari a 30 e costituisce il voto in trentesimi proposto allo studente. E' inoltre richiesta la sufficienza pari ad un valore minimo di 7.5 su entrambe le componenti A e B. Il punteggio per ogni esercizio viene assegnato valutando la capacita' di applicare le nozioni acquisite a casi reali di progettazione di dispositivi biomedici. In dettaglio, per la valutazione di tale capacita' si utilizzeranno i seguenti descrittori e relative fasce di voti: Eccellente 10 Molto buona 8-9 Accettabile 6-7 Frammentaria ed insufficiente 4-5 Inadeguata 0-3 La componente A ha il ruolo specifico di valutare la capacita' di elaborare ed articolare il pensiero in modo indipendente sulla base delle conoscenze guadagnate. Analogamente ed in modo complementare, la componente B verte a verificare le competenze analitico e progettuali. L' eccellenza (30-30 e lode) sara' raggiunta a fronte di una eccellente conoscenza delle tematiche del corso e di valutare e comunicare con indipendenza ed autonomia.
OBIETTIVI FORMATIVI	Il corso si propone di formare lo studente affinché sia in grado di risolvere le problematiche legate alla progettazione di sistemi biomeccanici, con particolare riferimento ai dispositivi per il sistema muscolo-scheletrico, dentale e cardiovascolare. Per i diversi componenti biomeccanici trattati, dopo una preliminare analisi delle principali caratteristiche funzionali, viene impostata la verifica e il dimensionamento secondo le diverse esigenze, con particolare attenzione alla affidabilità meccanica e alla resistenza a fatica e ad usura. Particolare attenzione e' data altresì alle norme tecniche nella progettazione e la verifica di dispositivi biomeccanici. Sono inoltre previste alcune esercitazioni ed attività di laboratorio che consentono agli allievi di conoscere ed utilizzare i moderni approcci, anche sperimentali, per la progettazione di sistemi e componenti biomeccanici.
ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA	Il corso verra' organizzato in lezioni, esercitazioni, laboratorio.
TESTI CONSIGLIATI	Hamrock B.J., Jacobson B., Schmid S.R. "Fundamentals of Machine Elements". McGraw-Hill. Third Edition, ISBN: 0071257942. Juvinall R.C., Marshek K.M. "Fondamenti della progettazione dei componenti delle macchine". ETS Pisa. ISBN: 8877417307. Budynas R.G., Nisbett J.K. "Shigley's Mechanical Engineering Design". McGraw Hill Edition. ISBN: 0073121932.

PROGRAMMA

ORE	Lezioni
9	Introduzione alla Progettazione meccanica e biomeccanica: analisi teorica, numerica e sperimentale.
5	Classificazione dei dispositivi biomeccanici. Norme tecniche sulla progettazione e caratterizzazione di componenti meccanici e biomeccanici. Prove standard e simulatori.

PROGRAMMA

ORE	Lezioni
8	Meccanismi di danneggiamento e verifica di resistenza sotto sollecitazioni statiche: sollecitazione nominale, limite ed ammissibile. Effetto di intaglio ed elementi di Meccanica della Frattura. Criteri di resistenza per materiali isotropi ed anisotropi.
5	Dimensionamento e verifica di dispositivi biomeccanici elementari (teoria, normative, simulazioni numeriche e prove sperimentali).
10	Progettazione a fatica: generalita, evidenze sperimentali e diagramma di Wohler. Sollecitazione ciclica e Fatica Random. Parametri che influenzano la resistenza a fatica. Analisi della fatica in componenti biomeccanici. Prove di fatica su componenti biomeccanici (protesi, endoprotesi ecc.) e relative norme. Calcolo della resistenza a fatica. Durata. Metodi di analisi del danneggiamento cumulativo a fatica. Fatica multiassiale. Dimensionamento a fatica di dispositivi biomeccanici.
5	Dimensionamento a fatica di protesi (d'anca, del ginocchio ecc.) mediante approccio teorico e simulazioni numeriche. Damage Tolerant Analysis.
5	Instabilita' dell'equilibrio elastico: carico di punta in dispositivi biomedici, instabilita' di tubi in depressione.
5	Contatto, usura e lubrificazione. Teoria di Hertz. Modelli di usura. Usura di protesi articolari.
6	Elementi di collegamento per la biomeccanica: viti, rivetti, collegamento albero-mozzo, cono Morse. Dimensionamento ed applicazioni (cono Morse in protesi d'anca, viti in impianti dentali, fissatori e bioreattori).
2	Progettazione e disegno meccanico con esempi applicativi in ambito ortopedico, dentale e protesi valvolare ed endovascolare.
9	Cedimento meccanico e verifica di resistenza di un dispositivo biomeccanico. Cedimento per instabilita' meccanica verifica di resistenza di un dispositivo biomeccanico. Cedimento a fatica verifica di resistenza di un dispositivo biomeccanico. Usura di un dispositivo biomeccanico
ORE	Esercitazioni
6	Esercitazioni pratiche di progettazione e verifica di dispositivi biomeccanici
ORE	Laboratori
6	Laboratorio di prove meccaniche su protesi ortopediche, dentali, valvolari ed endovascolari