



# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

<b>DIPARTIMENTO</b>	Ingegneria		
<b>ANNO ACCADEMICO OFFERTA</b>	2015/2016		
<b>ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE</b>	2017/2018		
<b>CORSO DILAUREA</b>	INGEGNERIA DELL'ENERGIA		
<b>INSEGNAMENTO</b>	TERMOMECCANICA		
<b>TIPO DI ATTIVITA'</b>	B		
<b>AMBITO</b>	50304-Ingegneria nucleare		
<b>CODICE INSEGNAMENTO</b>	18110		
<b>SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI</b>	ING-IND/19		
<b>DOCENTE RESPONSABILE</b>	DI MAIO PIETRO ALESSANDRO	Professore Ordinario	Univ. di PALERMO
<b>ALTRI DOCENTI</b>			
<b>CFU</b>	6		
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE</b>	96		
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLA DIDATTICA ASSISTITA</b>	54		
<b>PROPEDEUTICITA'</b>			
<b>MUTUAZIONI</b>			
<b>ANNO DI CORSO</b>	3		
<b>PERIODO DELLE LEZIONI</b>	2° semestre		
<b>MODALITA' DI FREQUENZA</b>	Facoltativa		
<b>TIPO DI VALUTAZIONE</b>	Voto in trentesimi		
<b>ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI</b>	<b>DI MAIO PIETRO ALESSANDRO</b> Lunedì 10:00 11:00 Dipartimento di Energia, Ingegneria dell'Informazione e Modelli Matematici - Edificio 6 - I Piano - Stanza 115 Mercoledì 10:00 11:00 Dipartimento di Energia, Ingegneria dell'Informazione e Modelli Matematici - Edificio 6 - I Piano - Stanza 115 Venerdì 10:00 11:00 Dipartimento di Energia, Ingegneria dell'Informazione e Modelli Matematici - Edificio 6 - I Piano - Stanza 115		

<b>PREREQUISITI</b>	
<b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b>	<p><b>CONOSCENZA E CAPACITA' DI COMPRESIONE</b>          Lo studente, al termine del corso, avrà maturato un opportuno livello di conoscenza e di comprensione sui seguenti argomenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fondamenti della meccanica del continuo</li> <li>- Fondamenti dei processi di scambio termico</li> <li>- Modelli costitutivi termomeccanici per materiali impiegati negli impianti ad alta intensità energetica: solidi metallici, ceramici e granulari e fluidi</li> <li>- Prestazioni termomeccaniche di componenti esposti ad elevati flussi termici</li> <li>- Prestazioni termomeccaniche di componenti in pressione (tubi, vessel cilindrici e sferici, pressurizzatori, generatori di vapore, etc.)</li> <li>- Prestazioni termomeccaniche di componenti esposti ad irraggiamento neutronico (infragilimento e swelling neutronico)</li> <li>- Fondamenti dei metodi computazionali adottati per lo studio delle prestazioni termomeccaniche di componenti di impianti ad alta intensità energetica (Metodo degli Elementi Finiti)</li> <li>- Normativa internazionale per la progettazione e la verifica di sicurezza di componenti di impianti ad alta intensità energetica</li> </ul> <p><b>CAPACITA' DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPRESIONE</b>          Lo studente maturerà la capacità di analizzare e valutare le prestazioni termomeccaniche di componenti di impianti ad alta intensità energetica, nonché di effettuare:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Analisi e dimensionamento di massima di componenti esposti ad elevati flussi termici</li> <li>- Analisi e dimensionamento di massima di componenti in pressione (tubi, vessel cilindrici e sferici, pressurizzatori, generatori di vapore, etc)</li> <li>- Procedure di stress linearization per la verifica delle regole di sicurezza prescritte dalla normativa internazionale</li> <li>- Analisi dello stato di sollecitazione di un componente di un impianto ad alta intensità energetica e verifica delle pertinenti regole di sicurezza prescritte dalla normativa coerentemente con il suo scenario di funzionamento</li> </ul> <p><b>AUTONOMIA DI GIUDIZIO</b>          Lo studente, al termine del corso, avrà maturato la capacità di valutare autonomamente le prestazioni di componenti di un impianto ad alta intensità energetica con particolare riferimento a quelle termiche e meccaniche, giudicando il margine di sicurezza ad esse connesso. Avrà inoltre maturato autonomia di giudizio in relazione a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Comprensione di rapporti tecnici e progettuali pertinenti ad impianti ad alta intensità energetica</li> <li>- Progettazione di massima di componenti esposti ad elevati flussi termici, di contenitori in pressione, generatori di vapore e barre di combustibile di impianti nucleari a fissione</li> </ul> <p><b>ABILITA' COMUNICATIVE</b>          Lo studente, al termine del corso, avrà maturato un opportuno livello di dimestichezza con il linguaggio tecnico-scientifico impiegato nell'ambito dell'ingegneria degli impianti ad alta intensità energetica, riuscendo ad interagire con professionisti e/o ricercatori del settore</p> <p><b>CAPACITA' DI APPRENDIMENTO</b>          Lo studente svilupperà la capacità di apprendere le problematiche scientifico-tecnologiche che caratterizzano lo sviluppo e la progettazione termomeccanica dei più rilevanti componenti di impianti ad alta intensità energetica nonché di approfondire autonomamente aspetti specifici non esplicitamente trattati (quali, ad es., quelli legati al comportamento elasto-plastico dei materiali)</p>
<b>VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO</b>	Prova orale - Votazione in trentesimi
<b>OBIETTIVI FORMATIVI</b>	<p>Il corso mira ad approfondire le problematiche termomeccaniche connesse alla progettazione ed allo sviluppo di componenti di impianti ad alta intensità energetica volti alla produzione di energia elettrica su scala industriale. L'attenzione sarà focalizzata inizialmente sui fondamenti della meccanica del continuo e dei processi di trasporto dell'energia termica, individuando le funzioni che definiscono in maniera completa ed autoconsistente la risposta termomeccanica di un dato sistema e le equazioni di governo che ne determinano la distribuzione spazio-temporale coerentemente con un definito sistema di funzioni di sollecitazione e di condizioni al contorno. A tal proposito si analizzeranno i modelli costitutivi termomeccanici tipicamente adottati per i materiali più comunemente impiegati negli impianti ad alta intensità energetica, quali solidi metallici, ceramici e granulari e fluidi (acqua e gas). Successivamente si analizzeranno le prestazioni termomeccaniche stazionarie di componenti di impianti ad alta intensità energetica quali quelli esposti ad elevati flussi termici e quelli in pressione (tubi, vessel cilindrici e sferici, pressurizzatori e generatori di vapore) e si introdurrà lo studio delle analoghe</p>

	<p>prestazioni nel caso di componenti esposti ad irraggiamento neutronico. Inoltre, si introdurranno i fondamenti delle tecniche numeriche più comunemente adottate per lo studio di dettaglio di componenti di impianti ad alta intensità energetica, approfondendo, anche con una serie di esercitazioni al computer, i fondamenti teorici del Metodo degli Elementi Finiti e le modalità d'impiego di pertinenti codici commerciali.</p> <p>Infine, si introdurrà e commenterà criticamente la normativa internazionale per la progettazione e la verifica di sicurezza di componenti di impianti ad alta intensità energetica, prestando attenzione alle tecniche di linearizzazione delle tensioni ed al concetto di tensione ammissibile su cui si fondano tipicamente.</p>
<b>ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA</b>	Lezioni frontali - Esercitazioni in aula - Laboratorio computazionale applicato
<b>TESTI CONSIGLIATI</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Welty, Wicks, Wilson, Rorrer, Fundamentals of Momentum, Heat and Mass Transfer, J. Wiley, 2001</li> <li>- Carslaw and Jaeger, Conduction of Heat in Solids, Oxford University Press, 2004</li> <li>- Salencòn, Handbook of Continuum Mechanics, Springer, 2000</li> <li>- Bathe, Finite Element Procedures in Engineering Analysis, Prentice-Hall, 1982</li> </ul>

### PROGRAMMA

ORE	Lezioni
4	Fondamenti della meccanica del continuo
4	Fondamenti dei processi di trasporto dell'energia termica
3	Modelli costitutivi termomeccanici per materiali impiegati negli impianti ad alta intensità energetica: solidi metallici, ceramici e granulari e fluidi
6	Prestazioni termomeccaniche di componenti esposti ad elevati flussi termici
10	Prestazioni termomeccaniche di componenti in pressione (tubi, vessel cilindrici e sferici, pressurizzatori, generatori di vapore, etc.)
3	Prestazioni termomeccaniche di componenti esposti ad irraggiamento neutronico (infragilimento e swelling neutronico)
5	Fondamenti dei metodi computazionali adottati per lo studio delle prestazioni termomeccaniche di componenti di impianti ad alta intensità energetica (Metodo degli Elementi Finiti)
4	Normativa internazionale per la progettazione e la verifica di sicurezza di componenti di impianti ad alta intensità energetica
ORE	Esercitazioni
5	Analisi delle prestazioni termomeccaniche di componenti esposti ad elevati flussi termici con il Metodo degli Elementi Finiti
5	Analisi delle prestazioni termomeccaniche di componenti in pressione con il Metodo degli Elementi Finiti
3	Analisi delle prestazioni termomeccaniche di componenti esposti a swelling neutronico con il Metodo degli Elementi Finiti
2	Stress linearization e verifica delle regole di sicurezza previste dalle norme