



# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

DIPARTIMENTO	Ingegneria
ANNO ACCADEMICO OFFERTA	2019/2020
ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE	2020/2021
CORSO DILAUREA MAGISTRALE	INGEGNERIA ENERGETICA E NUCLEARE
INSEGNAMENTO	PROGETTAZIONE DI IMPIANTI ENERGETICI E TECNICA DEL FREDDO C.I.
CODICE INSEGNAMENTO	15146
MODULI	Si
NUMERO DI MODULI	2
SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI	ING-IND/10
DOCENTE RESPONSABILE	MORALE MASSIMO Professore Associato Univ. di PALERMO
ALTRI DOCENTI	MORALE MASSIMO Professore Associato Univ. di PALERMO PANNO DOMENICO Professore Associato Univ. di PALERMO
CFU	12
PROPEDEUTICITA'	
MUTUAZIONI	
ANNO DI CORSO	2
PERIODO DELLE LEZIONI	2° semestre
MODALITA' DI FREQUENZA	Facoltativa
TIPO DI VALUTAZIONE	Voto in trentesimi
ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI	<b>MORALE MASSIMO</b> Martedì 11:00 12:00 Dipartimento di Ingegneria Ed. 9, piano primo, Studio 1010 (su appuntamento e previa conferma), anche tramite portale Teams (via chat / e-mail massimo.morale@unipa.it o massimo.morale@community.unipa.it ). <b>PANNO DOMENICO</b> Martedì 09:30 10:30 Stanza T131 DEIM

<b>PREREQUISITI</b>	Nessuno. Sono contemplati nei requisiti di ammissione al CdLM.
<b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b>	<p>Conoscenza e capacita' di comprensione          Lo studente, al termine del corso, sara' in grado di elaborare e applicare le conoscenze acquisite per interpretare e comprendere il funzionamento di base degli impianti energetici trattati.          Inoltre avra' acquisito conoscenze specifiche nei seguenti ambiti: Produzione di freddo mediante macchine termiche a ciclo inverso; Criteri di scelta, progettazione e realizzazione di impianti frigoriferi; Dimensionamento di componenti di impianti frigoriferi.          Lo studente, al termine del corso, sara' in grado di affrontare le problematiche relative alla produzione del freddo in modo energeticamente efficiente.          La verifica viene effettuata nel corso delle prove orali e nell'esposizione degli elaborati.</p> <p>Capacita' di applicare conoscenza e comprensione          Lo studente potra' affrontare e risolvere problematiche connesse alla caratterizzazione di macchine, impianti e processi industriali e frigoriferi, valutandone le prestazioni e la relativa efficienza, sviluppando i criteri di progettazione e realizzazione di impianti energetici anche innovativi e complessi. La verifica viene effettuata nel corso delle prove orali e nell'esposizione degli elaborati.</p> <p>Autonomia di giudizio          Lo studente acquisira' adeguata capacita' di giudizio in relazione alle tematiche di pertinenza dell'insegnamento, potendo integrare le conoscenze fornite e anche formulare giudizi e valutazioni, sia sulla scorta dei dati raccolti che di quelli autonomamente desunti.          Capacita' di analisi e valutazione dei risultati ottenuti e confronto critico con possibili alternative ai sistemi tradizionali della produzione di freddo.          La verifica viene effettuata nel corso delle prove orali e nell'esposizione degli elaborati.</p> <p>Abilita' comunicative          Lo studente sara' in grado di comunicare, con competenza e proprieta' di linguaggio in relazione alle tematiche di pertinenza dell'insegnamento, sia con personale specializzato che non specializzato.          Capacita' di esposizione dei risultati ottenuti e delle valutazioni eseguite in modo chiaro e comprensibile. Capacita' di evidenziare l'importanza dei risultati ottenuti e le ricadute nelle applicazioni.          La verifica viene effettuata nel corso delle prove orali e nell'esposizione degli elaborati.</p> <p>Capacita' d'apprendimento          Lo studente sara' in grado di poter applicare le conoscenze maturate per approfondire in autonomia le problematiche relative alle tematiche di pertinenza dell'insegnamento.          Capacita' di aggiornamento mediante consultazione di testi e riviste tecniche e scientifiche del settore. Capacita' di approfondire tematiche attinenti alla progettazione di impianti frigoriferi mediante sistemi e tecnologie in grado di contenere le ricadute negative sull'ambiente (effetto serra, buco dell'ozono).          La verifica viene effettuata nel corso delle prove orali e nell'esposizione degli elaborati.</p>
<b>VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO</b>	<p>La valutazione viene effettuata tramite un esame di profitto consistente in una prova orale e la discussione sull'elaborato progettuale.          La prova orale consiste in almeno 1 domanda aperta sulle tematiche del corso per studente e la discussione sull'elaborato e le relazioni presentate (durata max 0,5 h per studente).          Obiettivo delle prove e' la verifica delle conoscenze acquisite e della capacita' di comprensione, critica, elaborazione e comunicazione.</p> <p>La votazione per il modulo e' in trentesimi, eventualmente con lode. La votazione finale e' la media pesata tra i due moduli.</p> <p>A) Eccellente (30-30 e lode): Ottima conoscenza dei contenuti didattici; gli studenti dovrebbero mostrare una elevata capacita' di analisi e di sintesi e dovrebbero essere in grado di applicare le loro conoscenze per risolvere problemi di elevata complessita'.          B) Ottimo (27-29): Ottima conoscenza dei contenuti dell'insegnamento e di capacita' di linguaggio; gli studenti dovrebbero mostrare capacita' di analisi e di sintesi ed essere in grado di applicare le conoscenze per risolvere i problemi di media e, in alcuni casi, anche di maggiore complessita'.          C) Buono (24- 26): Buona conoscenza dei contenuti di insegnamento e di capacita' di linguaggio; gli studenti dovrebbero essere in grado di applicare le conoscenze per risolvere i problemi di media complessita'.</p>

	<p>D) Discreto (19-23): Media conoscenza dei contenuti di insegnamento, in alcuni casi limitata alle tematiche principali; accettabile capacità di linguaggio e di applicare le conoscenze acquisite in modo indipendente.</p> <p>E) Sufficiente (18): Minima conoscenza dei contenuti didattici, spesso limitata agli argomenti essenziali; modesta capacità di usare un linguaggio tecnico e di applicare le conoscenze acquisite in modo indipendente.</p> <p>F) Insufficiente (meno di 18): Non adeguata conoscenza dei contenuti essenziali dell'insegnamento. Molto scarsa o nessuna capacità di linguaggio e di applicare le conoscenze acquisite in modo indipendente.</p>
<p><b>ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA</b></p>	<p>Progettazione di Impianti Energetici e Tecnica del Freddo          PIE: Prova Orale. Presentazione di relazioni e progetti relativi a casi studio svolti dagli studenti anche in gruppo (da 1 a 4 max).          TdF: Prova Orale. Presentazione di una relazione sull'esercitazione di laboratorio</p> <p>L'insegnamento e' strutturato in lezioni frontali a carattere teorico/applicativo con esercitazioni e attivita' di laboratorio.          Le esercitazioni sono esemplificazioni di tematiche affrontate nelle lezioni e sviluppate in aula dal Docente e/o dagli studenti sotto la guida del Docente.</p>

**MODULO  
TECNICA DEL FREDDO**

*Prof. DOMENICO PANNO*

**TESTI CONSIGLIATI**

1. U. Sellerio - Lezioni di Tecnica del Freddo. Edizione Sistema - Roma.
2. E. Bonaguri, D. Miari: Tecnica del Freddo - Hoepli - Milano.
3. R. J. Dossat: Principles of Refrigeration - Prentice Hall International Editions.
4. Dispense del docente

<b>TIPO DI ATTIVITA'</b>	B
<b>AMBITO</b>	50367-Ingegneria energetica e nucleare
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE</b>	96
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITA' DIDATTICHE ASSISTITE</b>	54

**OBIETTIVI FORMATIVI DEL MODULO**

Obiettivo del corso e' approfondire alcune tematiche inerenti le tecniche di produzione del freddo artificiale, con particolare riferimento ai criteri che stanno alla base della progettazione e dell'esercizio dei sistemi.  
Lo studente, al termine del corso, avra' acquisito conoscenze e metodologie adeguate per la progettazione degli impianti frigoriferi. Sara' in grado di valutare criticamente i risultati dei calcoli eseguiti, al fine di individuare la scelta ottimale dell'impianto frigorifero, in funzione della specifica applicazione.  
Lo studente sara' in grado di svolgere attivita' di consulenza al fine di indirizzare le scelte impiantistiche nel settore del freddo, in modo corretto da un punto di vista energetico ed ambientale.

**PROGRAMMA**

<b>ORE</b>	<b>Lezioni</b>
3	Introduzione alla tecnica del freddo, origini ed evoluzione della produzione artificiale di freddo
3	Principali settori di impiego ed applicazione del freddo.
10	Cicli termodinamici inversi per la produzione di freddo. Macchine frigorifere a compressione di vapore. Cicli monostadio e bistadio. Soluzioni impiantistiche e confronto fra le diverse tipologie.
8	Fluidi frigoriferi: proprietà, criteri di scelta e di impiego. Fluidi naturali e fluidi sintetici. Azioni dei fluidi frigoriferi nei confronti dell'ambiente. Parametri di valutazione dei fluidi frigoriferi. Legislazione vigente.
6	I principali componenti delle macchine frigorifere: compressori, condensatori, evaporatori, organi di laminazione, apparecchiature ausiliarie.
3	Macchine frigorifere ad aria; analisi di vantaggi e svantaggi rispetto alle macchine frigorifere a compressione di vapore.
8	I sistemi ad assorbimento. Macchine frigorifere ad assorbimento acqua-ammoniaca. Bilanci di energia e bilanci di massa. Calcolo delle macchine ad assorbimento. Macchine frigorifere ad assorbimento a soluzione acquosa di bromuro di litio.
2	Cenni sulle pompe di calore.

  

<b>ORE</b>	<b>Esercitazioni</b>
6	Cicli termodinamici inversi; macchine ad assorbimento; dimensionamento dei componenti delle macchine frigorifere

  

<b>ORE</b>	<b>Laboratori</b>
5	Rilevamento in campo dei principali parametri di funzionamento di un impianto frigorifero e calcolo del coefficiente di effetto utile.

**MODULO  
PROGETTAZIONE DI IMPIANTI ENERGETICI**

*Prof. MASSIMO MORALE*

**TESTI CONSIGLIATI**

Testi di riferimento/Textbook

1. Appunti del Docente, articoli e manuali distribuiti durante il corso.
2. Haywood R.W.: Analysis of Engineering cycles - Power, Refrigerating and Gas Liquefaction plant, Pergamon Press, 1991.

Testi di utile consultazione/Useful books

1. AA. VV.: Manuale di manutenzione industriale, Tecniche Nuove, 2005.
2. AA. VV.: Manuale degli impianti termici e idrici, Tecniche Nuove, 2005
3. Bearzi V., Licheri P.: Manuale degli impianti a gas, Tecniche Nuove, 2007.
4. Borel L., Favrat D.: Thermodynamics and Energy Systems Analysis Vol. 1: From Energy to Exergy, EPFL Press, 2010.
5. Di Pippo R.: Geothermal Power Plants: Principles, Applications, Case Studies and Environmental Impact, Elsevier Butterworth-Hein, 2008.
6. EG&G Technical Services : Fuel Cell Handbook (7th Ed.), DOE, November 2004
7. El-Wakil M.: Powerplant Technology, McGraw-Hill,1985.
8. Keith F.: Principles of Sustainable Energy Systems - 2nd Ed., CRC Press, 2013
9. Olivari V.: Manuale degli impianti per l'industria, Tecniche Nuove, 1999.
10. Prabir B.: Combustion and Gasification in Fluidized Beds, Taylor & Francis Ltd., 2006
11. Prigogine I., Kondepudi D.: Termodinamica: dalle macchine termiche alle strutture dissipative, Bollati Boringhieri, 2002.
12. Silvestri M.: Il futuro dell'Energia, Bollati Boringhieri, Ottobre 1988.
13. Sorensen A.: Energy Conversion Systems, J. Wiley, 1983.
14. Sycev V.V.: Sistemi termodinamici complessi, Editori riuniti/MIR, 1985.
15. Thuesen G.J., Fabrycky W.J.: Economia per ingegneri, Il Mulino, 1994.

<b>TIPO DI ATTIVITA'</b>	B
<b>AMBITO</b>	50367-Ingegneria energetica e nucleare
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE</b>	96
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITA' DIDATTICHE ASSISTITE</b>	54

**OBIETTIVI FORMATIVI DEL MODULO**

Il Modulo di Progettazione di impianti energetici e' rivolto allo studio degli impianti energetici, essenzialmente di tipo industriale, sia convenzionali che innovativi.

Il Corso fornisce agli Allievi nozioni e abilita' per poter autonomamente intraprendere lo studio, la progettazione e la verifica di impianti energetici, sia industriali che civili.

Il Corso si propone di completare la figura professionale che si verra' a costituire con la Laurea Magistrale in Ingegneria Energetica e Nucleare, fornendo nozioni specialistiche, di raccordo e completamento interdisciplinare, promuovendo anche la gestione di gruppi di lavoro per la progettazione nel campo energetico, sia attraverso le Esercitazioni applicative che con un ampio lavoro di Laboratorio di gruppo che culmina in un elaborato progettuale.

**PROGRAMMA**

<b>ORE</b>	<b>Lezioni</b>
40	Cenni sugli impianti industriali, layout, cronoprogrammi, metodologie di produzione, rappresentazioni grafiche. Principali tecnologie che attengono agli impianti energetici, ai processi, alle caratteristiche prestazionali, ai criteri per quantificarne l'efficienza. Metodi per lo studio di fattibilita', la progettazione e la realizzazione di impianti energetici sia convenzionali che innovativi. Classificazione e specifiche di alcuni impianti energetici e ausiliari: geotermoelettrici, a vapore, a ciclo organico, combustori, combustori a letto fluidizzato, impianti IGCC per la combustione del carbone e dei residui di raffineria, impianti per la produzione decentrata di energia elettrica e la cogenerazione con celle a combustibile, liquefazione e la rigassificazione del GNL. Raffronti economici e tecnici di progetti, per la scelta manageriale.
<b>ORE</b>	<b>Esercitazioni</b>
14	Applicazione agli elaborati progettuali nei gruppi di studio delle tematiche apprese.