

FACOLTÀ	Ingegneria
ANNO ACCADEMICO	2013/2014
CORSO DI LAUREA MAGISTRALE	Ingegneria Energetica e Nucleare
INSEGNAMENTO	Progettazione di impianti energetici e Tecnica del Freddo (C.I.)
TIPO DI ATTIVITÀ	Caratterizzante
AMBITO DISCIPLINARE	Ingegneria energetica e nucleare
CODICE INSEGNAMENTO	15146
ARTICOLAZIONE IN MODULI	Sì
NUMERO MODULI	2
SETTORI SCIENTIFICO DISCIPLINARI	ING-IND/10
DOCENTE RESPONSABILE	Massimo Morale Professore Associato Università di Palermo
DOCENTE COINVOLTO	Domenico Panno Ricercatore Universitario Università di Palermo
CFU	6+6
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE	90+90
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITÀ DIDATTICHE ASSISTITE	60+60
PROPEDEUTICITÀ	Modulo I – nessuna Modulo II – Fisica Tecnica
ANNO DI CORSO	II
SEDE DI SVOLGIMENTO DELLE LEZIONI	Consultare il sito www.ingegneria.unipa.it
ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA	Lezioni frontali, Esercitazioni in aula, Esercitazioni in laboratorio, Visite in campo, Studi di fattibilità e simulazione di impianti
MODALITÀ DI FREQUENZA	Obbligatoria
METODI DI VALUTAZIONE	Prova Orale, Presentazione di elaborati relativi a casi studio.
TIPO DI VALUTAZIONE	Voto in trentesimi
PERIODO DELLE LEZIONI	Primo semestre
CALENDARIO DELLE ATTIVITÀ DIDATTICHE	Consultare il sito www.ingegneria.unipa.it
ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI	Prof. Massimo Morale Martedì dalle 8 alle 10, ev. anche per appuntamento Prof. Domenico Panno Mercoledì 11-13

RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI

Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente, al termine del corso, avrà acquisito conoscenze adeguate degli impianti industriali con piena maturità. Egli sarà in grado di applicare le proprie conoscenze e la propria comprensione per la progettazione, la realizzazione, il controllo e l'organizzazione della gestione degli impianti

energetici.

Acquisizione di 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, sarà in grado di affrontare le problematiche relative alla produzione del freddo in modo energeticamente efficiente.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Lo studente, al termine del corso, avrà acquisito conoscenze e capacità di comprensione adeguate per condurre studi, anche complessi, per la caratterizzazione di macchine, impianti e processi industriali, valutarne le prestazioni e la relativa efficienza, per affrontare, con piena maturità, problematiche relative alla progettazione e la realizzazione di impianti energetici anche innovativi e complessi.

Applicazione di un corretto approccio nell'affrontare i problemi relativi alla progettazione degli impianti frigoriferi e capacità di valutazione critica dei risultati ottenuti.

Autonomia di giudizio

Lo studente acquisirà adeguata capacità di giudizio in relazione alle tematiche di pertinenza dell'insegnamento. Egli avrà, altresì, la capacità di integrare conoscenze e di affrontare la complessità, di formulare giudizi, pur disponendo talvolta di dati incompleti, sulla scorta dei dati raccolti e delle conoscenze acquisite, e sarà in grado di formulare giudizi autonomi sull'efficacia delle diverse soluzioni ingegneristiche applicabili alla fattispecie di volta in volta esaminata, nonché sull'impatto tecnico-economico delle soluzioni proposte.

Capacità di analisi e valutazione dei risultati ottenuti e confronto critico con possibili alternative ai sistemi tradizionali della produzione di freddo.

Abilità comunicative

Lo studente sarà in grado di comunicare con competenza e proprietà di linguaggio in relazione alle tematiche di pertinenza dell'insegnamento.

Capacità di esposizione dei risultati ottenuti e delle valutazioni eseguite in modo chiaro e comprensibile. Capacità di evidenziare l'importanza dei risultati ottenuti e le ricadute nelle applicazioni.

Capacità d'apprendimento

Lo studente sarà in grado di affrontare in autonomia le problematiche relative alle tematiche di pertinenza dell'insegnamento.

Capacità di aggiornamento mediante consultazione di testi e riviste tecniche e scientifiche del settore. Capacità di approfondire tematiche attinenti la progettazione di impianti frigoriferi mediante sistemi e tecnologie in grado di contenere le ricadute negative sull'ambiente(effetto serra, buco dell'ozono).

OBIETTIVI FORMATIVI DEL MODULO I

Il Corso di *Progettazione di impianti energetici* è rivolto allo studio degli impianti energetici, essenzialmente di tipo industriale, sia convenzionali che innovativi.

La disciplina, di carattere fortemente applicativo, richiede una adeguata maturità dell'Allievo per i molteplici richiami alle materie studiate nel Corso di Laurea triennale, particolarmente per la sezione dell'Energetica.

Il Corso intende, attraverso l'analisi dettagliata di diverse tipologie impiantistiche e con un congruo numero di esercitazioni, fornire agli Allievi le nozioni e le abilità per poter autonomamente intraprendere lo studio, la progettazione e la verifica di impianti industriali.

Il Corso si propone di completare la figura professionale che si verrà a costituire con la Laurea Magistrale in Ingegneria Energetica e Nucleare, fornendo inoltre anche quelle nozioni di raccordo e di gestione di gruppi di progettazione nel campo energetico, sia attraverso varie Esercitazioni applicative che con un ampio lavoro di Laboratorio.

MODULO I	Progettazione di impianti energetici
ORE FRONTALI	LEZIONI FRONTALI
30	Cenni sulla realizzazione degli impianti, cronoprogrammi. Richiami sulle principali tecnologie che attengono agli impianti energetici, sui processi, sulle caratteristiche prestazionali, sui criteri per quantificarne l'efficienza. Classificazione di alcuni tipi di impianto. Metodi per lo studio di fattibilità, la progettazione e la realizzazione di impianti energetici sia convenzionali che innovativi. Studi di fattibilità, progettazione verifica e simulazione del funzionamento di impianti: per la produzione geotermoelettrica: a vapore/condensazione; a vapore a flash/condensazione a ciclo organico; per la combustione del carbone con combustori a letto fluidizzato; IGCC per la combustione del carbone e dei residui di raffineria; per la produzione decentrata di energia elettrica e la cogenerazione con celle a combustibile MCFC e SOFC; MHD; avanzati per la produzione e l'utilizzazione del freddo; per la liquefazione e la rigassificazione del GNL. Studio budgettario e raffronto tecnico economico di progetti, per la scelta manageriale
	ESERCITAZIONI/LABORATORIO
30	Studi di fattibilità, progettazione verifica e simulazione del funzionamento di impianti: per la produzione geotermoelettrica: a vapore/condensazione; a vapore a flash/condensazione a ciclo organico; per la combustione del carbone con combustori a letto fluidizzato; IGCC per la combustione del carbone e dei residui di raffineria; per la produzione decentrata di energia elettrica e la cogenerazione con celle a combustibile MCFC e SOFC; MHD; avanzati per la produzione e l'utilizzazione del freddo; per la liquefazione e la rigassificazione del GNL. Studio budgettario e raffronto tecnico economico di progetti, per la scelta manageriale.
TESTI CONSIGLIATI	<ol style="list-style-type: none"> 1. Appunti del Docente e copie di articoli e manuali distribuiti durante il corso. 2. AA. VV. : <i>Manuale di manutenzione industriale</i>, Tecniche Nuove, 2005. 3. AA. VV., <i>Manuale degli impianti termici e idrici</i>, Tecniche Nuove, 2005 4. Baher H.D.: <i>Thermodynamik</i>, Springer-Verlag, Berlin, 1996. 5. Bearzi V. ; Licheri P.: <i>Manuale degli impianti a gas</i>, Tecniche Nuove, 2007. 6. Bejan A., Tsatsaronis G., Moran M.: <i>Thermal design and optimization</i>, J. Wiley, 1996. 7. Bejan A.: <i>Entropy generation minimization</i>, CRC Press, 1996. 8. Borel L., Lan Nguyen D., Batato M., Montero J.: <i>Thermodynamique et energetique, Vol. 2</i>, Press. Pol. et Un. Romandes, 1987. 9. Borel L.: <i>Thermodynamique et energetique, Vol. 1</i>, Press. Pol. et Un. Romandes, 1984.

10. Di Pippo R.: *Geothermal Power Plants : Principles, Applications, Case Studies And Environmental Impact*, Elsevier Butterworth-Hein, 2008.
11. EG&G Technical Services : *Fuel Cell Handbook (Seventh Ed.)*, DOE, November 2004
12. El-Wakil M.: *Powerplant Technology*, McGraw-Hill,1985.
13. Fraas A.P.: *Engineering Evaluation of Energy Systems*, Mc Graw Hill, 1982.
14. Haywood R.W.: *Analysis of Engineering cycles - Power, Refrigerating and Gas Liquefaction plant*, Pergamon Press, 1991.
15. Li K.W., Priddy A.P.: *Power Plant System Design*, J. Wiley, 1985.
16. Linnhoff B. et Al.: *A user guide on Process integration for the efficient use of energy*, The Institution of Chemical Engineers, England, 1982.
17. Olivari V.: *Manuale degli impianti per l'industria*, Tecniche Nuove, 1999.
18. Petrecca G.: *Industrial Energy Management: principles and applications* - Kluwer Ac. Pub., 1993.
19. Prabir B. : *Combustion and Gasification in Fluidized Beds*, Taylor & Francis Ltd., 2006
20. Prigogine I., Kondepudi D.: *Termodinamica: dalle macchine termiche alle strutture dissipative*, Bollati Boringhieri, 2002.
21. Silvestri M.: *Il futuro dell'Energia*, Bollati Boringhieri, Ottobre 1988.
22. Sorensen A.: *Energy Conversion Systems*, J. Wiley, 1983.
23. Sycev V.V.: *Sistemi termodinamici complessi*, Editori riuniti/MIR, 1985.
24. Thuesen G.J., Fabrycky W.J.: *Economia per ingegneri*, Il Mulino, 1994.

OBIETTIVI FORMATIVI DEL MODULO II

Lo studente, al termine del corso, avrà acquisito conoscenze e metodologie adeguate per la progettazione degli impianti frigoriferi. Sarà 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 sarà in grado di svolgere attività di consulenza al fine di indirizzare le scelte impiantistiche nel settore del freddo, in modo corretto da un punto di vista energetico ed ambientale.

ORE FRONTALI	LEZIONI FRONTALI
3	Introduzione alla Tecnica del freddo; origine ed evoluzione della produzione artificiale di freddo.
6	Principali settori di impiego del freddo e principali applicazioni nei vari settori.
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.
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.
6	I principali componenti delle macchine frigorifere: compressori,condensatori,

	evaporatori, organi di laminazione, apparecchiature ausiliarie.
2	Cenni sulle pompe di calore.
Totale 46	
	ESERCITAZIONI
14	Cicli termodinamici inversi; macchine ad assorbimento; componenti delle macchine frigorifere; rilevamento in campo dei principali parametri di funzionamento di un impianto frigorifero e calcolo del coefficiente di effetto utile.
TESTI CONSIGLIATI	<ol style="list-style-type: none"> 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.