



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

DIPARTIMENTO	Ingegneria
ANNO ACCADEMICO OFFERTA	2018/2019
ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE	2019/2020
CORSO DILAUREA	INGEGNERIA DELL'ENERGIA
INSEGNAMENTO	FONTI RINNOVABILI
TIPO DI ATTIVITA'	B
AMBITO	50299-Ingegneria energetica
CODICE INSEGNAMENTO	16460
SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI	ING-IND/11
DOCENTE RESPONSABILE	BECCALI MARCO Professore Ordinario Univ. di PALERMO
ALTRI DOCENTI	
CFU	9
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE	153
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLA DIDATTICA ASSISTITA	72
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	BECCALI MARCO Giovedì 09:30 11:00 T 208, ed. 9

PREREQUISITI	Conoscenza di base di fisica, termodinamica, trasmissione del calore, idraulica, chimica
RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI	Conoscenza e capacita' di comprensione: Conoscenza dei fenomeni fisici e ambientali e delle tecnologie necessarie per la conversione delle fonti energetiche rinnovabili, anche in relazione della loro disponibilita' e agli usi finali. Capacita' di comprensione delle problematiche e delle soluzioni tecnico progettuali. Acquisizione delle conoscenze di base della fisica applicata e loro applicazione in processi di conversione dell'energia. Acquisizione di competenze tecnico-ingegneristiche in applicazione delle conoscenze di base. Capacita' di applicare conoscenza e comprensione: Acquisizione di strumenti metodologici e dati di riferimento per intervenire con specifica competenza nella progettazione laddove si devono trattare problemi di stima delle risorse energetiche disponibili, selezione delle tecnologie appropriate in relazione agli usi finali e al contesto tecnico economico di progetto. Apprendimento della legislazione in merito all'utilizzazione delle fonti energetiche rinnovabili. Saper impostare studi di fattibilita' e progetti preliminari di impianti. Autonomia di giudizio: Operare scelte e selezionare soluzioni progettuali nel campo delle tecnologie. Discriminare fra obblighi normativi e gradi di liberta' progettuali. Abilita' comunicative: Sapersi relazionare con le diverse competenze in gioco nel processo progettuale. Saper dimostrare la qualita' ambientale ed energetica del progetto.
VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO	La verifica dell'apprendimento e' funzionale alla verifica del raggiungimento, per ciascuno dei candidati, degli obiettivi formativi del corso. Sono previste due prove in itinere facoltative relative agli argomenti svolti durante il corso. Le prove prevedono almeno dieci domande ciascuna con risposta chiusa o aperta. Ogni risposta dovra' essere adeguatamente argomentata. Si verifichera' la conoscenza di base (mediante domande teoriche), la padronanza di linguaggio e l'abilita' comunicativa (mediante l'articolazione delle risposte aperte), la capacita' di relazionare i concetti teorici ai problemi applicativi (mediante la risoluzione di problemi specifici). La prova finale, in forma orale, dovra' essere sostenuta dagli studenti che non hanno superato una o entrambe le prove scritte o che intendano migliorare la valutazione proposta per esse. Essa vertera' sugli argomenti relativi alla/e prove risultate insufficienti e/o insoddisfacenti o, in caso di non svolgimento di alcuna delle suddette prove, sugli argomenti del programma svolti durante le lezioni frontali. Valutazione Voto (accertato mediante le prove scritte e/o l'orale) Eccellente 30 - 30 e lode: Ottima conoscenza degli argomenti, ottima proprieta' di linguaggio e comunicativa, buona capacita' analitica, lo studente e' in grado di applicare le conoscenze per risolvere i problemi proposti. Molto buono 26 - 29: Buona padronanza degli argomenti, piena proprieta' di linguaggio, lo studente e' in grado di applicare le conoscenze per risolvere i problemi proposti. Buono 24 - 25: Conoscenza di base dei principali argomenti, discreta proprieta' di linguaggio, con limitata capacita' di applicare autonomamente le conoscenze alla soluzione dei problemi proposti. Soddisfacente 21 - 23: Non ha piena padronanza degli argomenti principali dell'insegnamento ma ne possiede le conoscenze, soddisfacente proprieta' di linguaggio, scarsa capacita' di applicare autonomamente le conoscenze acquisite. Sufficiente 18 - 20: Minima conoscenza di base degli argomenti principali dell'insegnamento e del linguaggio tecnico, scarsissima o nulla capacita' di applicare autonomamente le conoscenze acquisite. Insufficiente: Non possiede una conoscenza accettabile dei contenuti degli argomenti trattati nell'insegnamento
OBIETTIVI FORMATIVI	Il corso ha come obiettivo quello di fornire le conoscenze scientifiche di base e pratiche delle tecnologie energetiche per la conversione di fonti energetiche rinnovabili. In particolare in una prima fase si affrontano i temi generali della sostenibilita' dello sviluppo e delle implicazioni a scala macro sul piano ambientale ed economico. Successivamente, per ogni fonte rinnovabile oggetto di studio, si analizzeranno i fenomeni fisici che concorrono alla disponibilita' della risorsa, alla sua quantificazione spazio temporale anche secondo modelli statistici/matematici. Si analizzeranno poi in dettaglio le tecnologie disponibili per lo sfruttamento delle risorse, approfondendo aspetti costruttivi, di funzionamento, manutenzione,

	costo, redditività. Al termine del corso lo studente sarà in grado di comprendere potenzialità e limiti delle diverse tecnologie, valutare la consistenza della risorsa disponibile in un sito e per una specifica applicazione, dimensionare un impianto che utilizza fonti rinnovabili ed effettuare una analisi di pre-fattibilità economica della soluzione proposta.
ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA	Lezioni frontali, Esercitazioni in aula
TESTI CONSIGLIATI	Bent Sorensen, Renewable Energy, Academic Press, 4th Edition Materiale didattico fornito dal docente (Slides, reports and other written texts delivered by the teacher)

PROGRAMMA

ORE	Lezioni
6	Concetti Introduttivi. Fonti energetiche e produzione di energia. Il bilancio energetico della Terra. Il ciclo del carbonio. Effetto serra. Correlazione tra Energia, Ambiente e Sviluppo. Classificazione delle tecnologie delle fonti rinnovabili. La legislazione in campo energetico ed ambientale. Regolamentazione dei mercati dell'energia in Italia. Elementi di analisi economica applicata agli impianti da fonti rinnovabili. Sostenibilità delle fonti energetiche.
12	Energia Eolica. Caratteristiche del vento, distribuzione di frequenza (legge di Weibull), profilo verticale della velocità. Massima potenza di una turbina eolica, limite di Betz. Convertitori eolici a resistenza e a portanza. Coefficiente di potenza di una turbina eolica. Aspetti costruttivi e di controllo della turbina. Applicazioni per utenze isolate, parchi eolici e siti off-shore. Produzione annua di energia elettrica. Costo di installazione e redditività. Impatto ambientale delle turbine eoliche.
10	Elementi di base di energia Solare. Valutazione della radiazione globale al suolo. Cenni sulle tecnologie solari termiche per riscaldamento, raffrescamento e produzione di energia elettrica. Bilancio termico di un collettore e suo rendimento (legge di Bliss). Cenni sulle tecnologie di conversione fotovoltaica. Stime preliminari di produttività
10	Energia Idroelettrica. Caratterizzazione delle risorse idriche e valutazione del loro potenziale. Cenni di idraulica. Generalità e classificazione degli impianti idraulici. Impianti ad acqua fluente e a bacino. Impianti di accumulo e di pompaggio. Prestazioni e caratteristiche costruttive. Opere idrauliche e apparecchiature elettromeccaniche. Costo di installazione e redditività. Impatto ambientale delle centrali idroelettriche
10	Energia Geotermica. Struttura della terra. Classificazione e stima delle risorse. La produzione di energia elettrica; uso diretto del calore, pompe di calore. Impianti a vapore dominante con e senza condensatore. Impianti ad acqua dominante con stadio di flash singolo e doppio.
12	Energia dalle Biomasse. Classificazione, disponibilità e utilizzi attuali delle biomasse. Produzione di combustibili derivati (pellet, biodiesel, biogas, etc.) e relative tecnologie (digestione anaerobica, gassificazione, pirolisi, trattamenti chimici). Le tecnologie di conversione energetica delle biomasse. Produzione di energia elettrica ed energia termica mediante combustione diretta. Impianti a vapore, caldaie a biomasse e tecnologie innovative. Aspetti ambientali, economici e sociali dall'impiego delle biomasse.
ORE	Esercitazioni
8	Energia Eolica
4	Energia Solare