



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

DIPARTIMENTO	Ingegneria
ANNO ACCADEMICO OFFERTA	2023/2024
ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE	2023/2024
CORSO DILAUREA MAGISTRALE	INGEGNERIA ENERGETICA E NUCLEARE
INSEGNAMENTO	ENERGIA EOLICA, MAREOMOTRICE, GEOTERMICA E BIOMASSE C.I.
CODICE INSEGNAMENTO	23226
MODULI	Si
NUMERO DI MODULI	2
SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI	ING-IND/11, ING-IND/10
DOCENTE RESPONSABILE	FRANZITTA VINCENZO Professore Ordinario Univ. di PALERMO
ALTRI DOCENTI	CURTO DOMENICO Ricercatore a tempo determinato Univ. di PALERMO FRANZITTA VINCENZO Professore Ordinario Univ. di PALERMO
CFU	12
PROPEDEUTICITA'	
MUTUAZIONI	
ANNO DI CORSO	1
PERIODO DELLE LEZIONI	1° semestre
MODALITA' DI FREQUENZA	Facoltativa
TIPO DI VALUTAZIONE	Voto in trentesimi
ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI	CURTO DOMENICO Lunedì 11:00 12:00 Aula docente: Ed. 9, aula 2010 (S09P2011) Mercoledì 10:00 12:00 Aula docente: Ed. 9, aula 2010 (S09P2011) Venerdì 10:00 12:00 Aula docente: Ed. 9, aula 2010 (S09P2011) FRANZITTA VINCENZO Mercoledì 15:00 17:00 STANZA T138 EDIFICIO 9 VIALE DELLE SCIENZE

DOCENTE: Prof. VINCENZO FRANZITTA

PREREQUISITI	Conoscenze di base sui bilanci di energia, termodinamica, trasmissione del calore
RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI	<p>Il corso di propone di fornire le conoscenze circa la sfruttamento di un ampio spettro di fonti di energia rinnovabile: eolica, onde e maree, geotermia e biomasse.</p> <p>Per ciascuna fonte si analizzeranno le fenomenologie, la modellazione matematica, l'analisi di producibilità, i limiti teorici e pratici, lo stato tecnologico e scenari di sviluppo futuro. Per le fonti eolica, geotermica e a biomasse si prendono in esame le tecnologie commerciali, analizzandone l'applicabilità.</p> <p>Nell'ambito dell'utilizzo della fonte mareomotrice, si analizzeranno le tecnologie che sono ad oggi in fase di sviluppo.</p> <p>Al termine del corso lo studente sarà in grado di descrivere le diverse tecnologie, risolvere problemi legati alla progettazione di impianti, del loro dimensionamento e della stima dei potenziali energetici dei siti. Lo studente sarà inoltre reso edotto della legislazione vigente e delle normative inerenti gli impianti.</p>
VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO	<p>Prova Orale</p> <p>Lo studente esaminando dovrà rispondere a minimo tre domande poste oralmente, su tutte le parti oggetto del programma, con riferimento ai testi consigliati. La verifica finale mira a valutare se lo studente abbia conoscenza e comprensione degli argomenti, abbia acquisito competenza interpretativa e autonomia di giudizio di casi concreti.</p> <p>La soglia della sufficienza sarà raggiunta quando lo studente mostri conoscenza e comprensione degli argomenti almeno nelle linee generali e abbia competenze applicative minime nel campo degli impianti alimentati dalle fonti di energia eolica, onde e maree, geotermia e biomassa; dovrà ugualmente possedere capacità espositive e argomentative tali da consentire la trasmissione delle sue conoscenze all'esaminatore. Al di sotto di tale soglia, l'esame risulterà insufficiente.</p> <p>La valutazione avviene in trentesimi.</p> <p>Valutazione Voto</p> <p>Esiti</p> <p>Eccellente 30 - 30 e lode: Ottima conoscenza degli argomenti, ottima proprietà di linguaggio, buona capacità analitica, lo studente è in grado di applicare le conoscenze per risolvere i problemi proposti.</p> <p>Molto buono 26 - 29: Buona padronanza degli argomenti, piena proprietà di linguaggio, lo studente è in grado di applicare le conoscenze per risolvere i problemi proposti.</p> <p>Buono 24 - 25: Conoscenza di base dei principali argomenti, discreta proprietà di linguaggio, con limitata capacità di applicare autonomamente le conoscenze alla soluzione dei problemi proposti.</p> <p>Soddisfacente 21 - 23: Non ha piena padronanza degli argomenti principali dell'insegnamento ma ne possiede le conoscenze, soddisfacente proprietà di linguaggio, scarsa capacità di applicare autonomamente le conoscenze acquisite.</p> <p>Sufficiente 18 - 20: Minima conoscenza di base degli argomenti principali dell'insegnamento e del linguaggio tecnico, scarsissima o nulla capacità di applicare autonomamente le conoscenze acquisite.</p> <p>Insufficiente: Non possiede una conoscenza accettabile dei contenuti degli argomenti trattati nell'insegnamento.</p>
ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA	lezioni, esercitazioni, laboratorio

**MODULO
ENERGIA GEOTERMICA E BIOMASSE**

Prof. DOMENICO CURTO

TESTI CONSIGLIATI

- Slide del docente
- Fundamentals of renewable energy processes - Aldo Vieira Da Rosa, Juan Carlos Ordonez, 4th Edition, ISBN: 9780128160367

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

OBIETTIVI FORMATIVI DEL MODULO

Il corso ha come obiettivo quello di fornire una conoscenza adeguata degli aspetti metodologici-operativi relativi ad impianti geotermici e a biomassa e la capacità di utilizzare tale conoscenza per interpretare e descrivere i problemi pratici che riguardano tali impianti.

Verranno analizzate le filiere di produzione della biomassa da coltivazioni dedicate e dal recupero degli scarti di lavorazione, incluso i rifiuti solidi urbani, e un focus sulle tecnologie disponibili al loro utilizzo.

Si analizzerà lo studio e caratterizzazione della fonte geotermica, a partire dalla modellazione dei fenomeni di scambio del calore con il suolo. Si analizzeranno gli impianti a bassa entalpia per lo sfruttamento della fonte geotermica in applicazioni di condizionamento.

PROGRAMMA

ORE	Lezioni
3	Introduzione al corso. Fotosintesi clorofilliana. Classificazione delle specie vegetali. Richiami di chimica organica
3	Classificazione delle biomasse in base allo stato fisico: solido, liquido e gassoso. Definizione del potere calorifico
3	Tecnologie, principali filiere di conversione ed utilizzo delle biomasse
3	Impianti di tipo ORC (Organic Rankine Cycle). Richiami di termodinamica. Tipologie di fluido ORC: dry, isoetropic e wet. Differenze applicative
4	Focus sulla filiera di utilizzo dei combustibili liquidi. Motori a combustione interna. Richiami ai cicli termodinamici di riferimento (ciclo Otto e Diesel). Parametri chimico-fisici dei combustibili. Numero di Ottano di una benzina e di Cetano di un gasolio.
3	Impianti per l'utilizzo della biomassa solida. Particolari costruttivi. Norme tecniche sulla costruzione delle centrali termiche
3	Impianti di termovalorizzazione. Norme europee ed italiane. Filiera del corretto smaltimento dei rifiuti. Impianti per l'utilizzo degli RSU
3	Impianti per la produzione di biogas a partire da biomasse varie. Aspetti operativi
5	Introduzione agli impianti geotermici. Classificazione impianti. Profilo termico indisturbato del sottosuolo
3	Capacità termica volumetrica. Capacità termica dei terreni saturi e terreni secchi. Conducibilità dei terreni non saturi. Effetti della anisotropia di terreno e rocce. Generalizzazione del flusso di calore secondo la legge di Fourier
5	Applicazione nel caso di impianto geotermico a circuito chiuso. Metodi di risoluzione di una "Boundary Value Problem", soluzioni particolari
5	Funzionamento di una pompa di calore acqua-acqua. Esecuzione di un test di risposta termica. Schema del circuito termico equivalente di una sonda geotermica ad U. Espressione generale della resistenza termica equivalente
5	Bilancio energetico sistema GHP in riscaldamento e raffrescamento. Analisi del fabbisogno orario degli edifici. Problema di progetto e di verifica di un impianto
ORE	Esercitazioni
6	Esercitazione tramite EES di cicli ORC al variare della tipologia di fluido e condizioni operative di funzionamento

**MODULO
ENERGIA EOLICA E MAREOMOTRICE**

Prof. VINCENZO FRANZITTA

TESTI CONSIGLIATI

Slide del docente.

GUIDE TO WAVE ANALYSIS AND FORECASTING, WMO-No. 702, World Meteorological Organization (disponibile al link https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=10979)

Progettazione di microturbine eoliche, Mario Alejandro Rosato, EPC editore, ISBN: 978-8863106510

Quaderni di applicazione tecnica N 13, Impianti eolici, ABB (disponibile al link: <https://library.e.abb.com/public/ca72690859c50914c1257937002944c0/1SDC007112G0901.pdf>)

Wind Energy Handbook, Tony L. Burton, Nick Jenkins, Ervin Bossanyi, David Sharpe, Michael Graham, 3rd Edition, Wiley, ISBN: 978-1-119-45109-9

Wind and Solar Power Systems: Design, Analysis, and Operation, Mukund R. Patel, Second Edition, CRC Press, ISBN: 978-0849315701

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

OBIETTIVI FORMATIVI DEL MODULO

Il corso si propone di fornire le nozioni di base ed una metodologia per l'analisi delle principali tecnologie ed applicazioni dell'energia mareomotrice. Il corso esamina anche lo stato dell'arte del settore dell'energia eolica, i limiti fisici e pratici di tale risorsa, la sua modellazione matematica e valutazione del potenziale energetico. Al termine del corso lo studente sarà in grado di descrivere le diverse tecnologie, i limiti teorici e costruttivi, risolvere problemi legati alla progettazione di impianti, del loro dimensionamento e della stima dei potenziali energetici dei siti. Lo studente sarà inoltre reso edotto della legislazione vigente e delle normative inerenti agli impianti eolici e mareomotrici.

PROGRAMMA

ORE	Lezioni
4	Classificazione delle forme di energia marina. Potenziale energetico del moto ondoso, correnti marine, gradiente salino e termico
4	Fenomenologia del moto ondoso. Teoria lineare, applicazione della legge di Airy. Scala Douglas e Beaufort
3	Analisi statistica del clima ondoso. Sistemi di misurazione del clima ondoso
4	Studio moto ondoso: altre teorie, Determinazione di scattering table e modelli di previsione moto ondoso
4	Classificazione, tipologia e funzionamento dei WECS, tipologie di PTO, vantaggi e svantaggi, impatti ambientali
4	Caratteristiche e potenzialità delle tecnologie onshore, nearshore ed offshore. Focus su motori lineari ad accoppiamento diretto ed a trasduttore meccanico
3	Origine del vento, analisi statistica, curve di distribuzione, distribuzione di Weibull, esecuzione di una campagna anemometrica
5	Limite di Betz, profilo alare
3	Integrale di Glauert e ottimizzazione del profilo alare
6	Componenti e stato dell'arte delle turbine eoliche. Sistemi di regolazione e protezione. Incentivi e autorizzazione. Impatti ambientali

ORE	Esercitazioni
3	Esercitazione sulla analisi statistica di banche dati da moto ondoso
3	Esercitazione sulla costruzione della matrice delle ricorrenze $f(T_p, H_s)$, distribuzioni di $f(H_s)$, $f(T_p)$, $f(\theta)$ in MatLab
2	Esercitazione su producibilità energetica da moto ondoso a mezzo di software open source
3	Esercitazione sulla stima dei coefficienti della distribuzione di Weibull a partire da banche dati anemometriche
3	Esercitazione sulla producibilità energetica da fonte eolica su MatLab