



UNIVERSITÀ DI PAVIA

Anno Accademico 2020/2021

IMPIANTI EOLICI

Anno immatricolazione	2019/2020
Anno offerta	2020/2021
Normativa	DM270
SSD	ING-IND/03 (MECCANICA DEL VOLO)
Dipartimento	DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE E ARCHITETTURA
Corso di studio	INGEGNERIA PER L'AMBIENTE E IL TERRITORIO
Curriculum	Impiantistico
Anno di corso	2°
Periodo didattico	Secondo Semestre (08/03/2021 - 14/06/2021)
Crediti	3
Ore	23 ore di attività frontale
Lingua insegnamento	Italiano
Tipo esame	SCRITTO E ORALE CONGIUNTI
Docente	ESPA PAOLO (titolare) - 3 CFU CROCE ALESSANDRO - 3 CFU
Prerequisiti	Impianti Idroelettrici: Si presuppone la conoscenza dei fondamenti di idraulica, idrologia e, possibilmente, delle macchine idrauliche Impianti Eolici: -
Obiettivi formativi	<p>Il corso è suddiviso in due moduli indipendenti: Impianti Idroelettrici e Impianti Eolici. Tali moduli sono equivalenti in termini di ore di didattica frontale ed equipollenti ai fini della valutazione finale.</p> <p>Impianti Idroelettrici: Al termine del corso lo studente acquisirà le seguenti conoscenze: produzione di energia idroelettrica in Italia e nel mondo; principi basilari di funzionamento e di calcolo della produzione delle principali tipologie</p>

di impianto; impatto ambientale degli impianti idroelettrici (cenni); turbine idrauliche (cenni); opere di sbarramento (cenni).

Al termine del corso lo studente sarà inoltre in grado di applicare le conoscenze acquisite per effettuare: calcolo di massima della capacità di un serbatoio per differenti scenari gestionali e determinazione della regola di gestione per capacità assegnata; calcolo di massima della produttività di differenti tipologie di impianto (a serbatoio ad alta caduta, ad acqua fluente a bassa ed alta caduta); predimensionamento di una turbina idraulica (diametro della ruota e sua velocità di rotazione) per assegnate portata e salto, verifica a cavitazione di turbine a reazione.

Impianti Eolici:

Il corso vuole fornire una visione generale sugli impianti eolici e, più specificamente, sui generatori eolici. Si introdurranno i principi di funzionamento e si forniranno gli strumenti, per lo più teorici, necessari al dimensionamento delle parti che compongono l'impianto. Saranno anche trattati gli aspetti normativi e la convenienza economica della costruzione ed esercizio dell'impianto.

Programma e contenuti

Impianti Idroelettrici:

Impianti idroelettrici e relativa produzione di energia in Italia e nel mondo; principi basilari di sfruttamento di un bacino idrografico ai fini della produzione di energia idroelettrica (con riferimento a uno specifico bacino imbrifero delle alpi lombarde); principi basilari di funzionamento e di calcolo della produzione delle principali tipologie di impianto (a serbatoio ad alta caduta, ad acqua fluente sia ad alta che a bassa caduta); impatto ambientale degli impianti idroelettrici (cenni); principi basilari di funzionamento delle turbine idrauliche (cenni); opere di sbarramento (cenni).

Impianti Eolici:

- Introduzione al corso: i sistemi eolici; la turbina eolica; i principali componenti di un aerogeneratore; HAWT e VAWT; definizione e significato del coefficiente di potenza.
- Principi di aerodinamica: definizione di forze e momenti aerodinamici; teorema di Buckingham; coefficienti di forza aerodinamici; numero di Reynolds e di Mach; profili aerodinamici; portanza, resistenza, momento aerodinamico; aerodinamica 3D.
- Aerodinamica del rotore: triangoli di velocità; teoria del disco attuatore, limite di Betz; teoria impulsiva assiale; teoria impulsiva vorticoso; teoria degli elementi di pala; aerodinamica di aerogeneratori ad asse verticale.
- Vento: definizione; misure; medie; turbolenza; probabilità e modelli matematici.
- Controllo di aerogeneratori: motivazione e classificazione dei sistemi di controllo; controlli attivi e passivi; controllo in imbardata.
- Elementi di calcolo strutturale: carichi agenti su un aerogeneratore; frequenze proprie e modi di vibrare; diagramma di Campbell; progetto di una pala eolica.

Metodi didattici

Impianti Idroelettrici:

Lezioni frontali ed esercitazioni in aula. Esercizi tipo forniti dal docente da risolvere mediante utilizzo di fogli di calcolo.

Testi di riferimento	<p>Impianti Eolici: Lezioni frontali</p> <p>Impianti Idroelettrici: Dispense, esercizi, siti internet di interesse, titoli di articoli scientifici per effettuare ulteriori approfondimenti sono distribuiti dal docente per posta elettronica.</p> <p>Impianti Eolici: Bibliografia di base:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rodolfo Pallabazzer , “Sistemi Eolici”, Ed. Rubettino, 2004 ISBN 978-8849810677 <p>oppure</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rodolfo Pallabazzer , “Sistemi di Conversione Eolica”, Ed. Hoepli, 2011 ISBN 978-8820347864 <p>Bibliografia di consultazione (su specifici argomenti):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Martin O. L. Hansen, “Aerodynamics of Wind Turbines” , Earthscan Publications Ltd., January 2001, ISBN 978-1902916064. • J. F. Manwell, J. G. McGowan, A. L. Rogers, “Wind Energy Explained: Theory, Design and Application”, John Wiley & Sons, Ltd, April 2002, ISBN 978-0471499725. • D.M. Eggleston, F.S. Stoddard, “Wind turbine engineering design”, Van Nostrand Reinhold, 1987, ISBN: 978-0442221959 <p>Per tutte le lezioni verranno forniti i lucidi relativi agli argomenti trattati durante il corso.</p>
Modalità verifica apprendimento	<p>Impianti Idroelettrici: Prova orale della durata di circa mezz’ora, con discussione delle esercitazioni e delle eventuali ricerche supplementari svolte dal candidato (è sollecitato al riguardo il lavoro di gruppo).</p> <p>Impianti Eolici: Esame scritto. Un orale potrà essere richiesto dal docente per una ulteriore valutazione, a seguito dello scritto.</p>
Altre informazioni	<p>Impianti Idroelettrici: Ricevimento presso lo studio del docente, su appuntamento da richiedersi via posta elettronica a: paolo.espa@unipv.it</p> <p>Impianti Eolici: -</p>
Obiettivi Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile	<p>Gli obiettivi</p>