



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

DIPARTIMENTO	Ingegneria
ANNO ACCADEMICO OFFERTA	2022/2023
ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE	2023/2024
CORSO DILAUREA MAGISTRALE	INGEGNERIA CIVILE
INSEGNAMENTO	EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DEGLI IMPIANTI E PRODUZ. IDROELETTRICA C.I.
CODICE INSEGNAMENTO	22318
MODULI	Si
NUMERO DI MODULI	2
SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI	ICAR/01
DOCENTE RESPONSABILE	TUCCIARELLI TULLIO Professore Ordinario Univ. di PALERMO
ALTRI DOCENTI	TUCCIARELLI TULLIO Professore Ordinario Univ. di PALERMO
CFU	12
PROPEDEUTICITA'	
MUTUAZIONI	
ANNO DI CORSO	2
PERIODO DELLE LEZIONI	1° semestre
MODALITA' DI FREQUENZA	Facoltativa
TIPO DI VALUTAZIONE	Voto in trentesimi
ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI	TUCCIARELLI TULLIO Lunedì 12:30 13:30 Ufficio in ex Istituto di Idraulica, Viale delle Scienze, Ed.8 Martedì 12:30 13:30 Ufficio in ex Istituto di Idraulica, Viale delle Scienze, Ed.8 Mercoledì 12:30 13:30 Ufficio in ex Istituto di Idraulica, Viale delle Scienze, Ed.8

MODULO
PRODUZIONE IDROELETTRICA E EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DEGLI IMPIANTI IDRAULICI

Prof. TULLIO TUCCIARELLI

TESTI CONSIGLIATI

- Warnick, C.C., Hydropower Engineering, Prentice Hall
- Dispense del corso

TIPO DI ATTIVITA'	B
AMBITO	50353-Ingegneria civile
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE	98
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITA' DIDATTICHE ASSISTITE	52

OBIETTIVI FORMATIVI DEL MODULO

Il principale obiettivo è la formazione relativa alla progettazione ed alla gestione degli impianti di distribuzione e trasporto idrico, con particolare riferimento all'efficientamento energetico ed alla eventuale produzione idroelettrica. La formazione ricevuta consentirà allo studente di dimensionare opportunamente gli impianti (condotte, pompe, valvole, etc.) al fine non di minimizzare semplicemente i costi di investimento a parità di servizio idrico, ma di ottimizzare invece il beneficio netto degli impianti in termini complessivi di costi di investimento, di gestione, di consumo elettrico ed eventualmente anche di produzione idroelettrica.

PROGRAMMA

ORE	Lezioni
4	Richiami di calcolo numerico e di algebra matriciale. Metodo di Newton per la soluzione i sistemi non lineari. Equazioni di Navier-Stokes e condizioni al contorno.
4	Reti idriche in condizioni stazionarie: 1) Richiamo alla legge di bilancio dell'energia e di conservazione della massa. 2) Reti di condotte. Equazioni di governo a portata o a pressione nota ai nodi. Modellazione delle perdite idrauliche. 3) Metodi di risoluzione: di Hardy-Cross, dei flussi, dei potenziali. Criteri di scelta dell'algoritmo di risoluzione. 4) Modellazione di pompe, valvole, strozzature e turbine. 5) Trasporto di inquinanti nelle reti di condotte.
8	Moto vario nelle condotte in pressione: 1) Richiamo dell'equazione del moto e di continuita' per una corrente in pressione di liquido debolmente comprimibile. Ipotesi semplificative. Propagazione dello shock. Andamento spazio-temporale della sovrappressione di colpo d'ariete nel caso di chiusura istantanea dell'otturatore. 2) Elementi di analisi funzionale per la soluzione di sistemi di equazioni differenziali in presenza di shock: sistemi quasi-lineari, direzioni caratteristiche ed equazioni di compatibilita. Condizioni al contorno e soluzioni analitiche nel caso di equazioni omogenee. Cenno alle soluzioni numeriche nel caso di equazioni non omogenee. 3) Applicazione alla soluzione delle equazioni di colpo d'ariete. Soluzione nel caso di velocita' note all'otturatore (equazione di Allievi). Soluzione nel caso di legge di efflusso nota all'otturatore. Soluzione nel caso di resistenze al moto non trascurabili. 4) Moto vario nelle reti di condotte.
3	Oscillazioni di massa: 1) Oscillazioni di massa in galleria. Pozzi piezometrici, strozzature e loro dimensionamento. 2) Oscillazioni di massa in condotte di sollevamento. Casse d'aria, strozzature e loro dimensionamento.
8	Produzione di energia idroelettrica: 1) Generalita' sulle turbine. Cenno ai generatori sincroni ed asincroni ed alle modalita' di collegamento alla rete. 2) Principali tipi di turbine, ad azione e a reazione. Turbine Cross-Flow. 3) Equazione di Eulero per le turbomacchine. Relazione fra potenza, portata e velocita' di ingresso/uscita dal canale di una girante. Potenza massima e rendimento. Curva caratteristica e regolatore di portata. 4) Progettazione di un impianto idroelettrico da presa fluviale o al termine di una condotta di alimentazione di un serbatoio cittadino. Impianti di sollevamento idraulico ed uso di inverter.

ORE	Esercitazioni
3	Verifica idraulica di una rete aperta e di una rete chiusa in condizioni stazionarie
6	Utilizzo di un software di modellazione idraulica per la simulazione del moto vario in una rete idrica conseguente alla movimentazione di valvole
3	Dimensionamento di un impianto di sollevamento con cassa d'aria
3	Dimensionamento di un piccolo impianto idroelettrico con turbina Crosflow
9	Impiego della programmazione per lo sviluppo di un solutore numerico per lo studio dello svuotamento di una lunga condotta

**MODULO
IDRODINAMICA DELLE RETI E DEI CORPI IDRICI NATURALI**

Prof. TULLIO TUCCIARELLI

TESTI CONSIGLIATI

- Whitham G., B. Linear and non linear waves, Wiley, New York, 1974
 - Abbott, M., Computational hydraulics, 2° Ed., Ashgate Publishing
 De Marsily, G., Quantitative Hydrogeology: Groundwater Hydrology for Engineers, Elsevier.
 - Dispense del corso

TIPO DI ATTIVITA'	B
AMBITO	50353-Ingegneria civile
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE	98
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITA' DIDATTICHE ASSISTITE	52

OBIETTIVI FORMATIVI DEL MODULO

Il principale obiettivo è la formazione relativa alla gestione idrodinamica dei sistemi idrici naturali quali fiumi ed acquiferi. La formazione ricevuta consentirà allo studente di valutare correttamente i processi idrodinamici che regolano le alluvioni, il trasporto solido, l'equilibrio termico e la concentrazione delle sostanze disciolte in acqua. Verranno altresì offerti gli strumenti necessari per l'analisi qualitativa e quantitativa dei flussi sotterranei, per la previsione dei livelli nei pozzi e per l'interazione fra falda di acqua dolce ed il cuneo salino lungo la costa.

PROGRAMMA

ORE	Lezioni
5	Richiami di calcolo numerico e di algebra matriciale. Sistemi di equazioni quasi lineari con presenza di shock. Analisi funzionale. Esempio del colpo d'ariete in condotta semplice con chiusura istantanea dell'otturatore.
10	Acque basse. Richiami di corrente gradualmente variata in moto permanente. Propagazione del risalto idraulico. Applicazione del metodo delle linee caratteristiche per lo studio della propagazione del risalto e per le condizioni al contorno. Equazioni di Saint Venant. Modelli semplificati diffusivi e cinematici; i modelli di Cunge e di Muskingam. Misure dirette ed indirette di portata in alveo. Modelli bidimensionali di propagazione delle piene. Modelli bidimensionali semplificati; cenno ai modelli idrologici. Propagazione delle piene in ambito urbano; modelli duali. Propagazione delle piene in ambito extraurbano; inondazioni dovute a crollo di diga. Elementi di trasporto solido e modelli a fondo mobile.
10	Flusso e trasporto nei mezzi porosi. Il moto dell'acqua nelle rocce e nei mezzi porosi; tipologie di acquiferi. Legge di Darcy ed equazione della filtrazione. Modelli di filtrazione: trasmissività e coefficiente di immagazzinamento. Soluzione dei modelli di filtrazione attraverso il metodo agli elementi finiti ai volumi finiti. Triangolazione di Delaunay. Curva di Theis e di Jacob; stima dei parametri idrogeologici mediante l'uso di misurazioni in situ. Modellazione di argini e dighe. estensione della legge di dsarcy al mezzo insaturo. Acquiferi costieri, interfaccia acqua dolce - acqua salata. Trasporto di inquinanti per convezione, diffusione e dispersione; adsorbimento superficiale. Elementi sui modelli di trasporto dei traccianti.

ORE	Esercitazioni
3	Calcolo dei parametri trasmissività e coefficiente di immagazzinamento a partire dalla misura di livelli piezometrici in condizioni di moto vario.
4	Costruzione delle matrici di rigidità e di capacità del metodo FEM in una mesh elementare e calcolo del profilo temporale delle quote piezometriche ai nodi
3	Esercitazione sul calcolo di profili di correnti gradualmente variate
3	Calcolo della portata in un fiume attraverso l'analisi dei livelli in due sezioni in condizioni di moto vario
10	Applicazione di software open source per il calcolo della perimetrazione del rischio idraulico
5	Modellazione numerica dell'equazione diffusiva di Cunge e calcolo dei profili spazio-temporali della portata in alveo rettangolare largo